TS
1105
H73
1891X
BD.2
CHM

# Handbuch der Papier-Fabrikation

von Carl Hofmann

Harvard College Library

FROM AN APPROPRIATION

BY THE

GRADUATE SCHOOL

OF

BUSINESS ADMINISTRATION

CANCELLED
FROM
BAKER LIBRARY

TS
1105
H73
1891X
Bd. 2
CHM

# PRAKTISCHES HANDBUCH

DER

# PAPIER-FABRIKATION

VON

CARL HOFMANN

Mitglied des Kaiserlichen Patentamts
früher technischer Leiter deutscher und amerikanischer Papierfabriken.

Zweite umgearbeitete und vergrösserte Ausgabe.

**II. BAND.**

**Seiten 853 bis 1770. Figuren 772 bis 1730.**

Vollendet Mai 1897.

SMITHSONIAN
JUN 01 1993
LIBRARIES

VERLAG DER PAPIER-ZEITUNG.

Berlin W., Potsdamer Str. 134.

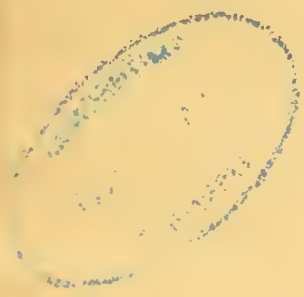
1897

R3K
H713
.91

HARVARD COLLEGE
MAR 10 1911
LIBRARY
GRADUATE SCHOOL OF
BUSINESS ADMINISTRATION.

CANCELLED
FROM
BAKER LIBRARY

SEP 25 1984



# Schlussworte

## bei Beendigung der zweiten Ausgabe.

Der zweite Band ist noch umfangreicher als der erste geworden und hat mich beinahe 6 Jahre lang beschäftigt. Das Werk enthält jetzt etwa dreimal so viel Text und fünfmal so viel Zeichnungen als die erste Ausgabe, obwohl ich aus dieser nur die Theile wiedergab, die noch Werth und Geltung haben. Der grösste Theil des Kapitels über Ersatzstoffe, besonders die mittlerweile erstandene Sulfitstoff-Erzeugung, ist neu zugekommen, das letzte Kapitel ist völlig umgearbeitet und erheblich erweitert.

Die freundliche Unterstützung vieler Fachgenossen wurde mir bis zum Schluss gewährt und ich spreche dafür nochmals innigen Dank aus. Die ersten Hefte von englischen und französischen Uebersetzungen des Werks sind bereits erschienen.

Wer in dem Buche Mängel findet, bedenke, dass das bearbeitete Gebiet für ein Menschenleben beinahe zu gross ist, und dass ich auf Unfehlbarkeit keinen Anspruch mache.

Zahlreiche Anerkennungen aus beinahe allen Ländern geben mir die tröstliche Versicherung, dass meine Arbeit Vielen und vielleicht dem ganzen Fache nützlich ist.

Berlin, Mai 1897.

Carl Hofmann.

# INHALT DES II. BANDES.


Abschnitt | Seite

**Theil V. Papiermaschinen.**

*b) Die runde oder Cylinder-Papiermaschine.*

321. Beschreibung der Cylindermaschine (Figg. 772—774) . . . . . 853
322. Entstehen des Papiers auf dem Siebcylinder 856
323. Bau des Siebcylinders (Figg. 775—778) 856
324. Nachtheile u. Vorzüge d. Cylindermaschine 857
325. Verbess. Cylindermaschinen (Figg. 779-781) 858
326. Maschinen mit mehreren Siebcylindern (Figg. 782—788) . . . . . 860
327. Verwendung der Cylinderpapiermaschine 866

*c) Papiermaschinen besonderer Art. (Tafel VI)*

328. Harper's Papiermaschine (Fig. 789) . . 867
329. Vortheile, Nachtheile und Verbreitung der Harpermaschine (Fig. 790) . . . . . 868
330. Langsieb - Cylinder - Papiermaschine (Figg. 791 u. 792) . . . . . 869

*d) Bogen-Papiermaschinen.*

331. Bogenpapier . . . . . 872
332. Schöpfpapier-Maschine (Figg. 793—800) . 872

**Theil VI. Leimung im Bogen (mit thierischem Leim).**

333. Bereitung des Leims . . . . . 878
334. Leimlösung . . . . . 881
335. Verwendung d. Leimlösung (Figg. 801—802) 882
336. Amerikanische Leimmaschine (Fig. 803) . 884
337 Kneeland's Legmaschine (Figg. 804 - 808) 885
338. Einrichtung und Ventilation der Trockenböden (Figg. 809—815) . . . . . 889
339. Englische Leimung und Trocknung in endloser Bahn (Figg. 816 - 820). . . . . 895
340. Deutsche Leimung und Trocknung in endloser Bahn (Figg. 821—839). . . . . 901
341. Italienische Leimung und Trocknung (Figg. 840—842) . . . . . 912
342. Leimmaschine mit Cylinder-Trockner (Fig. 843) . . . . . 915
343. Vorzüge und Nachtheile der verschiedenen Leim- u. Trocken-Verf. Wasserzeichen 916

**Theil VII. Zurichten (Appretiren, finishing), Glätten, Schneiden, Liniiren usw. (Tafeln VII, VIII u. IX.)**

344. Zurichten geringer Papiere . . . . . 918
345. Glätten des Papiers . . . . . 919
346. Walzwerke (Figg. 844—845) . . . . . 919
347. Walzen-Glättwerke f. Bogen (Figg. 846—848) 923
348 Doppel-Kalander für Bogen (Fig. 849) . 927
349. Wirkung und Anfertigung der Papierwalzen (Figg. 850—852) . . . . . 928
350. Instandhaltung und Papier der Papierwalzen . . . . . 933
351. Baumwoll-Walzen . . . . . 937
352. Feuchtmaschinen für Rollenpapier (Figg. 853—861) . . . . . 938
353. Verwendung und Wirkung der Feuchter 944
354. Amerikanische Glättwerke für Rollenpapier (Figg. 862—870) . . . . . 945
355. Deutsche Rollkalander (Figg. 871—898) . 951
356. Kalander m. Centralwalze (Figg. 899—901) 967
357. Reibungs- (Friktions-) Glättwerke (Figg 902—906) . . . . . 969
358. Heizung und Kühlung der Kalander . . 974
359. Einfluss des Glättens und Feuchtens auf Papier . . . . . 975
360. Auswahl und Leistung der Kalander . . 976
361. Papierrollen-Wagen (Fig. 907) . . . . 979
362. Querschneider nach Verny (Figg. 908—909) 979
363. Schleifmaschine f. lange Schneidemesser (Fig. 910) . . . . . 983
364. Querschneider nach Verny mit Schrägschnitt (Figg. 911—921) . . . . . 984
365. Englischer Querschneider (Fig. 922) . . 990
366. Aufroll-Maschinen (Figg. 923 - 931). . . 991
367. Körnen, Mustern, Prägen mit Walzen (Figg. 932—933) . . . . . 1001
368. Einpressen von Linien und Wasserzeichen (Figg. 934—935) . . . . . 1002
369. Feder-Liniirmaschinen (Figg. 936—942) . 1005
370. Rollen-Liniirmaschine von Létang und Brissard (Figg. 943—956) . . . . . 1012
371. Deutsche Liniirmaschinen (Figg 957—960) 1021
372. Schneidmaschinen (Figg. 961—974). . . 1028
373. Streifen-Schneidmaschine (Figg. 975 -979) 1036
374. Hydraulische u. Fangpressen (Figg. 980-983) 1039
375. Stempelpresse (Figg. 984—986) . . . . 1043
376. Sortirung . . . . . 1044
377. Verpackg. v. Papierrollen (Figg. 987—988) 1045
378. Verpackung in Ballen (Figg. 989—995) . 1046

VIERTES KAPITEL.

ERSATZSTOFFE FÜR HADERN.

**Theil I. Geschichtliches und Eintheilung.**

379. Die ersten in Europa gemachten Versuche 1049
380. Alte und neue Ersatzstoffe . . . . . 1052

**Theil II. Fasern oder Zellstoff (Cellulose).**

381. Entstehung . . . . . 1053
382. Bildung von Stammholz (Figg. 996—998) 1054
383. Chemische Zusammensetzung und Verhalten des Zellstoffs . . . . . 1055
384. Form des Zellstoffs (Figg. 999—1014) . . 1058
385. Lumpen- u. Zellstofffasern (Figg. 1015-1016) 1070

**Theil III. Alte Papiere.**

386. Handel und Rohsortirung . . . . . 1072
387. Stäuben und Sortiren . . . . . 1073
388. Kochen (Fig. 1017). . . . . 1075
389. Bereitung u. Anwendung der Sodalösung 1078
390 Waschen und Bleichen . . . . . 1079
391. Verarbeitung von Ausschuss und Spänen 1081
392. Quirl Barbotte (Fig. 1018) . . . . . 1081
393. Stoffquetscher Triturateur (Figg. 1019-1020) 1082
394. Verfahren von Stevens (Figg. 1021—1022) 1085
395. Mischen, Feinmahlen . . . . . 1087
396. Schlussbemerkungen . . . . . 1087

Abschnitt | Seite

## Theil IV. Stroh.

*a) Verarbeitung von rohem Stroh. Strohpapier. (Strohpappen).*

397. Gelbes Stroh-Packpapier . . . . . 1089
398. Französisches Strohpapier . . . . . 1090
399. Farbige Strohpapiere . . . . . 1091
400. Strohpapier-Maschinen (Figg. 1023—1025) 1091
401. Strohpappen . . . . . 1094
402. Häckselmaschinen (Figg. 1026—1029) . . 1094
403. Strohpappenfabrikation (Figg. 1030—1034) 1098
404. Querschneider für Strohpappen-Maschinen (Figg. 1035—1036) . . . . . 1105

*b) Strohzellstoff. (Tafel X.)*

405. Fasergehalt von Stroh . . . . . 1107
406. Mellier's Verfahren . . . . . 1109
407. Einkauf und Aufbewahrung von Stroh . 1110
408. Schneiden, Reinigen, Befördern und Sortiren (Figg. 1037—1046) . . . . . 1113
409. Soda . . . . . 1117
410. Untersuchung der Soda (Fig. 1047) . . 1121
411. Bereitung der Aetznatronlösung . . . . 1123
412. Vacuum-Filter zum Aussüssen des Kalkschlammes (Figg. 1048—1049) . . . . 1125
413. Verwendung des Kalkschlammes (Figg. 1050—1051) . . . . . 1127
414. Kalkbedarf und Prüfung der Lauge . . 1130
415. Verwendung von Aetznatron . . . . . 1131
416. Bauart und Bewegung der Strohkocher . 1131
417. Kochen in Drehkesseln . . . . . 1134
418. Dampfspannung beim Kochen . . . . 1136
419. Vorbereitendes Einweichen, Menge d. Lauge 1137
420. Waschen . . . . . 1137
421. Lespermonts Wascher (Figg. 1052—1056) 1138
422. Shanks'sche Auslaugekasten (Figg. 1057—1058) . . . . . 1143
423. Ansäuern . . . . . 1147
424. Reinigen des Strohhalbzeugs . . . . . 1147
425. Mahlen und Bleichen (Figg. 1059—1060). 1149
426. Bleichen in Drehkesseln . . . . . 1152
427. Manchester Paper Co. . . . . 1153
428. Dixons Kocher (Fig. 1061) . . . . . 1154
429. Kochen mit Wasser . . . . . 1157
430. Thirys Verfahren (Figg. 1062—1064) . . 1158
431. Römers Verfahren (Figg. 1065—1068) . . 1160
432. Thodesches Verfahren (Figg. 1069—1072) 1163
433. Laugen-Filter (Fig. 1073) . . . . . 1168
434. Sulfatverfahren. Kochen mit schwefelsaurem Natron . . . . . 1169
435. Wiedergewinnung des Natrons vor 1874 (Figg. 1074—1077) . . . . . 1173
436. Neuere Verfahren zum Eindampfen und Kalziniren der Lauge . . . . . 1177
437. Dahls Wiedergewinnung (Figg. 1078—1086) 1178
438. Mehrfache Verdampfer (Figg. 1087—1093) 1181
439. Riesel- u. Einspr.-Thürme (Figg. 1094—1096) 1186
440. Mehrfache Verdampfung unter Luftleere und mit Schaumabscheider (Fig 1097) 1188
441. Mehrfacher Verdampfer mit Rieselung oder Verdampfung im Siederohr (Figg. 1098—1100) . . . . . 1190
442. Eindampfen in Dampferzeugern . . . . 1194
443. Rundofen zur Wiedergewinnung von Soda (Figg. 1101—1104) . . . . . 1195
444. Dreh-Kalziniröfen (Figg. 1105—1107) . . 1198
445. Wahl der Auslauge-, Verdampfungs- und Ofen-Anlagen . . . . . 1200

Abschnitt | Seite

446. Wiedergew. Natron u. dessen Verwendung 1201
447. Verlust an Schmelzsoda durch Verflüchtung 1204
448. Gerüche der Sulfatzellstoff-Fabriken . . 1204
449. Verwendung der Knoten . . . . . 1206
450. Strohstoff-Sortirer (Figg. 1108—1110) . . 1206
451. Verarbeitung des Strohstoffs auf der Papiermaschine . . . . . 1208
452. Stoffergebnisse und Schlüsse . . . . . 1208

## Theil V. Espartogras.

453. Wachsthum und Vorkommen . . . . . 1210
454. Sortiren. Kochen in stehenden Kesseln (Figg. 1111—1112) . . . . . 1211
455 Drehkocher . . . . . 1217
456. Waschen, Bleichen und Entwässern . . 1217
457. Verwendung gebrauchter Espartolaugen und Soda-Wiedergewinnung . . . . 1218
458. Verfahr. v. Th Routledge (Figg. 1113—1114) 1219
459. Neu. Esparto-Zellst.-Anl. (Figg. 1115—1119) 1222
460. Wahl des Kochverfahrens . . . . . 1228
461. Papier-Ergebniss des Espartos und seine Bedeutung als Rohstoff . . . . . 1228

## Theil VI. Holz.

*a) Holzschliff.*

462. Geschichte (Figg. 1120—1121) . . . . 1231
463. Geeignetes Holz . . . . . 1237
464. Holzvorrath und -Erzeugung . . . . . 1240
465. Wahl des Holzes . . . . . 1242
466. Beförderung des Holzes (Figg. 1122—1124) 1244
467. Holzputz. u. -Zerklein. (Figg. 1125—1142 1245
468. Verwerthung der Rinde . . . . . 1252
469. Völters Schleiferei (Figg. 1143—1144) . 1253
470. Völter-Voith'sche Schleif. (Figg. 1145—1165) 1258
471. Holzschleife von J. G. Enge in Petersdorf b. Warmbrunn in Schlesien (Figg. 1166 bis 1172) . . . . . 1270
472. Schleiferei der Varziner Papierfabrik (Figg. 1173—1192) . . . . . 1274
473. Spanschleifer (Figg. 1194—1195) . . . . 1284
474. Waagrechte Schleifer mit senkrechter Welle (Figg. 1196—1208) . . . . . 1285
475. Schleifer mit Wasserpressung (Figg. 1209 bis 1222) . . . . . 1293
476. Amerikan. Schleiferei (Figg. 1223—1226) 1300
477. Langschleifer (Figg. 1227—1235) . . . 1304
478. Lang- und Querschliff (Fig. 1236) . . . 1308
479. Flachschleifer (Figg. 1237—1239) . . . 1310
480. Art, Aufbewahrung und Umlauf der Steine 1313
481. Befestigung der Steine (Figg. 1240—1250) 1315
482. Schärfen der Steine (Figg. 1251—1267) . 1319
483. Wahl der Schleifer (Figg. 1268—1270) . 1325
484. Sortirer u. deren Wahl (Figg. 1271—1281) 1329
485. Feinmühle oder Mahlgang. Raffineur (Figg. 1282—1286) . . . . . 1336
486. Kraft- und Holzbedarf . . . . . 1341
487. Bleichen von Holzschliff . . . . . 1342
488. Verarbeit. v. Holzschl. (Figg. 1287—1294) 1345
489. Versandt u. Aufbewahrung v. Holzschliff (Fig. 1295) . . . . . 1349
490. Holzmehl . . . . . 1351

*b) Dampfholzschliff oder Braunholzschliff.*

491. Geschichte . . . . . 1352
492. Wahl und Vorbereitung des Holz . . . 1353
493. Kessel u. Verfahren z. Dämpfen v. Holz (Figg. 1296—1300) . . . . . 1353
494. Farbe des gedämpften Holzes . . . . 1358

Abschnitt Seite

495. Ergebniss und Verarbeitung von braunem Holzschliff . . . . . 1359
496. Verkaufsgewicht d. Holzschliffs (Figg. 1301 bis 1308) . . . . . 1360
497. Holzschleiferei mit Dampfbetrieb . . . 1368

*Pappen aus weissem oder braunem Holzschliff.*

498. Holzpappen in Bogen (Figg. 1309—1317) 1369
499. Trock. v. Bogen-Papp. (Figg. 1318—1335) 1373
500. Kanal-Trockner (Figg. 1336—1337) . . . 1380
501. Trocknen der Pappen auf Cylindern (Figg. 1338—1340) . . . . . 1381
502. Endlose Papp.-Masch. (Figg. 1341—1346 1383

*c) Holzzellstoff. — Natronverfahren.*

503. Geschichte. Zusammensetzung des Holzes 1391
504. Fabrik d. amerik. Holzpapiergesellschaft 1391
505. Houghtons Verfahren . . . . . 1393
506. Sinclairs Verfahren (Figg. 1347—1348) . 1394
507. Hahns Verfahren . . . . . 1396
508. Ungerers Verfahren (Figg. 1349—1350) . 1396
509. Tränkverfahren . . . . . 1399
510. Zellstoff- und Papierfabrik von de Naeyer & Cie. in Willebroeck (Fig. 1351) . . 1400
511. Amerikanische Natron-Zellstoff-Fabriken (Figg. 1352—1360) . . . . . 1403
512. Sulfatverfahren . . . . . 1410
513. Wiedergewinnung des Natrons . . . . 1410
514. Bleichen v. Natron-Holzzellstoff (Figg. 1361 bis 1362) . . . . . 1412
515. Kienöl-Gewinnung . . . . . 1414
516. Natron-Zellstoff aus Buchen- und anderem Laubholz . . . . . 1414
517. Stoffergebniss und Kosten des Natron- u. Sulfatverfahrens . . . . . 1415

*Sulfitzellstoff.*

518. Geschichte (Fig. 1363) . . . . . 1418
519. Wirkung des doppeltschwefelsauren Kalks 1425
520. Wahl des Holzes . . . . . 1427
521. Fördern, Putzen u. Zerkleinern des Holzes 1428
522. Sägemaschine (Figg. 1364—1367) . . . 1429
523. Schneidemaschine mit auf- und niedergehendem Messer (Figg. 1368—1372) . 1432
524. Hackmaschine mit kreisenden Messern (Figg. 1373—1387) . . . . . 1436
525. Reinigen des Holzes (Figg. 1388—1392) . 1441
526. Sortiren des Holzes (Figg. 1393—1403) . 1443
527. Schweflige Säure, Schwefel und Kies . . 1448
528. Schwefel-Oefen (Figg. 1404—1415) . . . 1454
529. Schwefelkies-Oefen (Figg. 1416—1437) . 1462
530. Kühlrohre und Reinigung des Gases (Figg. 1438—1449) . . . . . 1472
531. Sulfitlaugen-Thürme (Figg. 1450—1472) . 1478
532. Sulfitlauge-Bereitung mit Kalksteinen in Bottichen (Figg. 1473—1480) . . . . 1494
533. Sulfitlauge-Bereitung mit Kalkmilch in Bottichen (Figg. 1481—1490) . . . . 1499
534. Sulfitlauge aus Magnesia, Natron usw. (Figg. 1491—1493) . . . . . 1509

Abschnitt Seite

535. Laugenbehälter (Figg. 1494—1496) . . . 1511
536. Käufliche Schwefligsäure . . . . . 1513
537. Untersuch. d. Sulfitlaug. (Figg. 1497—1498 1514
538. Ermittlung von gasförmiger Schwefligsäure (Figg. 1499—1500) . . . . . 1519
539. Kocher n. Mitscherlich (Figg. 1501—1526) 1521
540. Kochverfahren nach Mitscherlich . . . 1536
541. Ritter-Kellner- u. andere senkrechte sowie kugelförmige Kocher (Figg. 1527—1538) 1543
542. Innere Auskleidung von Sulfitkochern (Figg. 1539—1548) . . . . . 1552
543. Sulfitkocher mit sich selbst bildender Schutzkruste (Figg. 1549—1552) . . . 1558
544. Füllung der Kocher mit gehacktem Holz, Schälspänen usw. (Fig. 1553) . . . . 1563
545. Kocher-Ausstattung (Armatur) Säurepumpen (Figg. 1554—1576) . . . . . 1565
546. Blei und Bleilöthen (Figg. 1577—1583) . 1572
547. Verwendung der abgeblasenen Kochgase (Figg. 1584—1587) . . . . . 1575
548. Aufbereit. d. Sulfitst. (Figg. 1588—1604) 1578
549. Splitterfänge, Sortirer, Reiniger (Figg. 1605 bis 1616) . . . . . 1586
550. Waschen und Bleichen des Sulfitstoffs . 1591
551. Harz in Sulfitstoff (Figg. 1617—1620) . . 1592
552. Gewinnung von Schwefligsäure aus Ablaugen (Figg. 1621—1624) . . . . . 1597
553. Trocknen und Lochen (Figg. 1625—1641) 1602
554. Neuere Sulfitst.-Anlag. (Figg. 1642—1644) 1609
555. Amerikanische Sulfitstoff-Anlage (Fig. 1645) 1613
556. Füllung der Kocher . . . . . 1615
557. Sulfitstoff-Ergeb. a. Holz u. and. Pflanzen 1616
558. Gewinnung verwerthbarer Stoffe . . . 1618
559. Verunreinig. d. Luft d. Sulfitstoff-Anlagen 1620
560. Verunreinigung der Wasserläufe durch Sulfitstoff-Anlagen . . . . . 1622
561. Pergament-Papier-Ersatz (Imitirt Pergamentpapier. Pergamyn) . . . . . 1628
562. Bedeut. d. Sulfitverfahrens. Halbzellstoffe 1631
563. Behandlung von Holz mit starken Säuren 1631
564. Zersetzen des Holzes durch Kohlenwasserstoffe (Fig. 1646) . . . . . 1633
565. Dauerhaftigk. d. a. Holzst. angefert. Pap. 1633

**Theil VII. Manillahanf. — Jute.**

566. Manillahanf . . . . . 1635
567. Vorkommen und Bedeutung der Jute . . 1636
568. Jute-Packpapier . . . . . 1636
569. Jute-Druck- und Schreibpapier . . . . 1637
570. Bedeutung der Jute . . . . . 1638

**Theil VIII. Schilfrohr. — Sorghum-Zuckerrohr, Torf usw.**

571. Wachsthum und Einbringen v. Schilfrohr 1639
572. Verarbeitung des Schilfrohrs . . . . . 1639
573. Bambus . . . . . 1641
574. Sorghum-Zuckerrohr . . . . . 1641
575. Adansonia . . . . . 1642
576. Torf . . . . . 1643
577. Kartoffelpülpe u. and. Rohstoffe (Fig. 1647) 1644


## FÜNFTES KAPITEL.

### FABRIKATION BESONDERER ARTEN VON PAPIER UND PAPPEN.


**Theil I. Werthzeichenpapier.**

578. Papiergeld . . . . . 1646
579. Papier mit lokalisirten Fasern . . . . 1647
580. Werth- und Sicherheitspapiere . . . . 1648

**Theil II. Gefärbtes Papier.**

581. Färben von fertigem Papier an der Oberfläche (Figg. 1648—1649) . . . . . 1650

Abschnitt Seite

582. Färben der Oberfläche von Papier und Pappe während der Herstellung (Figg. 1650—1655) . . . . . 1652
583. Zweifarbiges od. Doppel-Papier (Fig 1656) 1656
584. Melirtes und theilweise gefärbtes Papier 1657

**Theil III. Seidenpapier. — Cigarettenpapier.**

585. Seidenpapier (Fig. 1657) . . . . . 1657
586. Cigarettenpapier . . . . . 1659
587. Einseitig glattes Papier (Figg. 1658—1660) 1660
588. Krepp-Papier (Figg 1661—1662) . . . 1664

**Theil IV. Kragen-Papier.**

589. Besonderheiten der Fabrikation . . . . 1665

**Theil V. Pack-Papier.**

590. Erforderliche Eigenschaften . . . . . 1665
591. Falsches Manilla-Papier . . . . . 1666
592. Packpapier für Metallwaaren . . . . . 1666

**Theil VI. Tabak-Papier.**

593. Fabrikation . . . . . 1668

**Theil VII. Lösch- und Filtrirpapier.**

594. Rohstoffe . . . . . 1668
595. Fabrikation . . . . . 1669
596. Rauhen, Prägen, Glyceriniren von Löschpapier (Figg. 1663—1664) . . . . . 1671
597. Prüfung der Löschfähigkeit (Fig. 1665) . 1673
598. Filtrirpapier . . . . . 1673

Abschnitt Seite

**Theil VIII. Pappen.**

599. Bezeichnung und Erzeugung . . . . . 1674
600. Trocknen, Welligwerden und Glätten (Figg. 1666—1675) . . . . . 1676
601. Pressspähne (Figg. 1676—1677) . . . . 1682
602. Bekleben d. Pappen m. Papier (Fig. 1678) 1683
603. Lederpappen . . . . . 1685
604. Dachpappen (Figg. 1679—1680) . . . . 1686
605. Baupappe . . . . . 1687
606. Asbestpappe . . . . . 1688

**Theil IX. Pergamentpapier.**

607. Geschichte und Art . . . . . 1689
608. Fabrikation (Figg. 1681—1692) . . . . 1690
609. Trocknen, Weichmachen, Glyceriniren (Figg. 1693—1694) . . . . . 1696
610. Pergamentir-Maschine (Figg. 1695—1696) 1698
611. Glätten . . . . . 1700
612. Erkennen, Kleben, Bedrucken u. Wiederverarbeitung (Fig. 1697) . . . . . 1701

**Theil X. Vulkanisirte Fasern. — Gelöster Zellstoff, Viscose. — Celluloid. — Zellstoffseide.**

613. Vulkanisirte Fasern . . . . . 1703
614. Gelöster Zellstoff, Viscose . . . . . 1704
615. Celluloid . . . . . 1705
616. Zellstoffseide . . . . . 1706


## SECHSTES KAPITEL.

## ALLGEMEINES.


**Theil I. Wasch- oder Fabrikationswasser.**

617. Bedeutung . . . . . 1707
618. Gemauerte Sand- und Kiesfilter. Versandfähige Filter (Figg. 1698—1714) . . 1707
619. Chemische Verunreinigungen (Fig. 1715) 1721
620. Bezugsquellen . . . . . 1725
621. Erforderliche Menge . . . . . 1727
622. Vorrathsbehälter und Pumpen . . . . 1728
623. Reinigung d. Abwässer (Figg 1716—1717) 1729

**Theil II. Wasserkraft.**

624. Messen von Wasserkraft . . . . . 1732
625. Ausnützung der Wasserkraft . . . . . 1732

**Theil III. Dampfkessel und -Maschinen.**

626. Heizfläche . . . . . 1733
627. Verbrennung, Luftzuführung, Heizung . 1734
628. Speisewasser . . . . . 1735
629. Kohlenverbrauch . . . . . 1736
630. Verwendung des Dampfes als Triebkraft 1736

**Theil IV. Kraft-Uebertragung. — Transport. — Beleuchtung.**

631. Wellen, Riemscheiben, Zahnräder . . . 1737
632. Elektrische Kraftübertragung . . . . . 1738
633. Transport . . . . . 1739
634. Beleuchtung . . . . . 1740

**Theil V. Anlage von Papier- und Stoff-Fabriken.**

635. Lage und Bauplatz . . . . . 1740
636. Bau und Einrichtung . . . . . 1741
637. Vergleichung des Werthes von Wasser- und Dampfkräften . . . . . 1742

**Theil VI. Kapital. Arbeit. — Leitung. — Ertrag.**

638. Kapital . . . . . 1743
639. Arbeit . . . . . 1744
640. Leitung . . . . . 1744
641. Bedingungen des Erfolgs. Ertrag . . . 1745

**Theil VII. Papier-Prüfung.**

642. Geschichte . . . . . 1747
643. Festigkeit u. Dehnung (Figg. 1718—1722) 1751
644. Widerstand gegen Zerknittern (Figg. 1723—1728) . . . . . 1756
645. Papier-Dicke . . . . . 1761
646. Asche . . . . . 1762
647. Art und Menge der Fasern . . . . . 1762
648. Maschinenlaufrichtung (Figg. 1729—1730) 1763
649. Leim-Art und -Festigkeit . . . . . 1764

**Theil VIII. Zählung, Bogengrösse, Gewicht.**

650. Zählung des Papiers . . . . . 1765
651. Formate . . . . . 1765
652. Gewicht . . . . . 1766

**Theil IX. Statistik.**

653. Deutsches Reich . . . . . 1766
654. Papiererzeugung der Erde . . . . . 1769

# Anilinfarben.

Die angegebenen Farbmengen verstehen sich für 100 ko. trockenes Papier.

1.

**Dunkelrosa**
gefärbt mit: 400 gr. Diamantfuchsin I kl. Nadeln.

2.

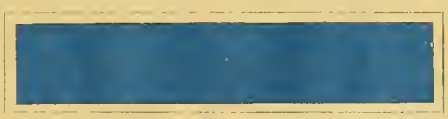
**Röthliches Violet**
gefärbt mit: 400 gr. Methylviolet B.

3.

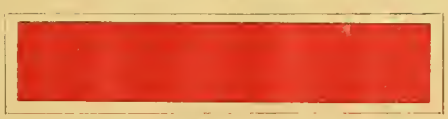
**Blauviolet**
gefärbt mit: 400 gr. Cristallviolet patentirt.

4.

**Rothblau**
gefärbt mit: 500 gr. Wasserblau T B.

5. 

**Reinblau**
gefärbt mit: 500 gr. Reinblau II.

6. 

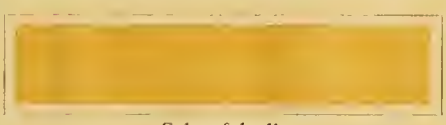
**Hellroth**
gefärbt mit: 2 ko. Baumwollscharlach.

7.

**Orange**
gefärbt mit: 2 ko. Orange II.

8.

**Goldgelb**
gefärbt mit: 1 ko. Metanilgelb extra.

9. 

**Schwefelgelb**
gefärbt mit: { 800 gr. Auramin II patentirt
800 „ Naphtolgelb S „

10.

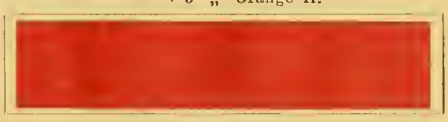
**Smaragdgrün**
gefärbt mit: 500 gr. Malachitgrün B.

11.

**Hellgrün**
gefärbt mit: 500 gr. Malachitgrün G.

12.

**Scharlach**
gefärbt mit: { 4 ko. Baumwollscharlach
3 „ Orange II.

13. 

**Ponceau**
gefärbt mit: 2 ko. Echtponceau G G N.

14.

**Dunkelbraun**
gefärbt mit: 1½ ko. Vesuvin B B.

15.

**Braun**
gefärbt mit: 1½ ko. Vesuvin B.

16.

**Nachtblau**
gefärbt mit: 1 ko. Victoriablau B patentirt.

17.

**Hellrosa**
gefärbt mit: 1 ko. Phloxin B B N.

18.

**Eosinroth**
gefärbt mit: 500 gr. Eosin A.

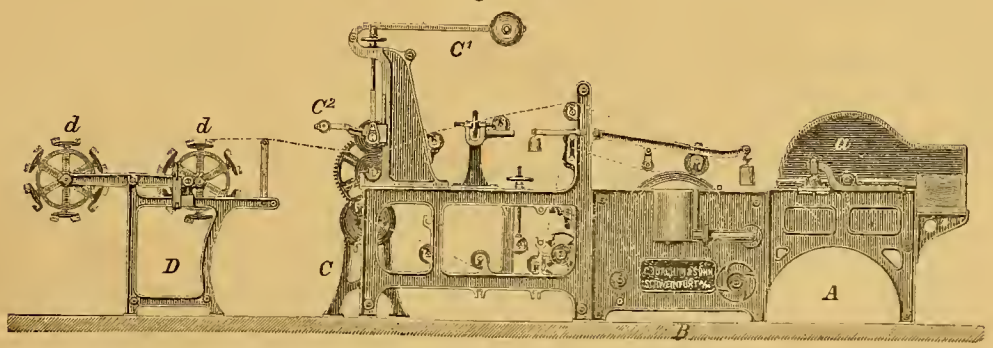
Die Farben sind Fabrikate der B. Anilin- & Soda-Fabrik Stuttgart.

## b) DIE RUNDE ODER CYLINDER-PAPIERMASCHINE.

**321. Beschreibung der Cylindermaschine.** Diese von dem englischen Papierfabrikanten George Dickinson zwischen 1820 und 1830 erfundene Maschine ist nach dem Siebcylinder benannt, welcher hier die Aufgabe des Siebtisches übernimmt. Die Verschiedenheit der Cylinder- und Siebtischmaschinen beschränkt sich auf das Sieb und die erste Nasspresse, alle anderen Theile sind bei beiden dieselben.

In Fig. 772 ist eine von C. Joachim & Sohn in Schweinfurt a. Main gebaute Cylindermaschine dargestellt, die ihrer Einfachheit und Billigkeit wegen in Europa vielfach Anwendung findet. Neben dem Knotenfang $A$ steht das Schöpfrad $a$, in dem Stofftrog $B$ des Siebcylinders laufen unten zwei Rührwellen, deren Lagerung aus der Zeichnung ersichtlich ist. Der Siebcylinder entleert sich nach beiden Seiten und zwar auf der Führungsseite in einen vorspringenden Raum, der seinen Inhalt durch ein quer durch den Trog führendes Rohr nach der Triebseite abgiebt. Die Presse

Fig. 772.




$C$ ist mit Gewichtshebeln $C^1$ und Schaber $C^2$ versehen. Das noch feuchte Papier wird auf einen der beiden mit einer Schnur von der Presse aus angetriebenen Wendehaspel $d$ gewickelt. In vielen Fällen wird die Maschine durch Einschaltung einer zweiten Presse und eines Trockners vervollständigt. Fehlen diese Theile, so wird das feuchte Papier auf dem Haspel quer durchgeschnitten, dann in Bogen getheilt und zum Trocknen aufgehängt.

Legt man um die Mitte des Siebcylinders eine Schnur, so theilt diese die Papierbahn in zwei Hälften, deren jede zwei rauhe Ränder hat. Durch Anwendung verschiedenartiger Siebe kann man Papiere verschiedenster Art erzeugen. Auf einer Maschine von der Bauart Fig. 772 mit drei Trockencylindern, deren Siebcylinder mit zwei feinen Sieben übereinander bezogen war, wurde z. B. recht gutes dünnes Seidenpapier erzeugt. Die Siebcylinder werden mit Durchmessern von 730, 860 und 1000 mm hergestellt.

Die in Figg. 773 und 774 dargestellte amerikanische Stoffreinigungs- und Entwässerungsmaschine ist der ersten Ausgabe dieses Buches entnommen und zeigt den Knotenfang, den Siebcylinder und den Nassfilz einer runden Maschine.

Die Zapfen des Siebcylinders $H$ sind in den Seitenwänden des hölzernen Kastens $I$ gelagert und von taschenförmigen Ansätzen $H^1$ und $H^2$ umgeben, welche sich bis an den oberen Rand erstrecken, um das Entweichen von Stoff durch die für die Zapfen gemachten Ausschnitte zu verhindern. Der Kasten $I$ ist mit dünnflüssigem Zeug gefüllt, dessen Fasern sich auf das Sieb legen, während das Wasser in das Innere des Cylinders $H$ tritt und von der Pumpe $K$ fortgeschafft wird. Die Flügelpumpe $K$ ist wie die in Figg. 353 und 354, Seite 540, dargestellte gebaut und an das untere Ende des beinahe bis auf den Boden reichenden Ansatzes $H^2$ geschraubt. Das vordere gegen $H^1$ gekehrte Ende des Cylinders $H$ ist dicht verschlossen, das rückseitige Ende dagegen ist ganz offen, um den Abfluss des Wassers in den Ansatz $H^2$ zu gestatten. Damit nur das durch das Sieb gedrungene Wasser, aber kein Papierzeug nach $H^2$ abfliessen kann, muss der durch einen vorspringenden Ring ($D$ in Fig. 775) verlängerte Cylinder $H$, genau und dicht schliessend, in einen Ausschnitt gleicher Form in der Seitenwand von $I$ passen. Der Stoff fliesst von der Ausgusslippe $E$ des Knotenfangs in die Abtheilung $I^1$ des Kastens $I$ und in der Richtung der Pfeile weiter zu dem Siebcylinder $H$. Die Flügelpumpe $K$ jagt das Abflusswasser in den hölzernen Kanal $K^1$, welcher einen Theil durch den mit Regulirschützen versehenen Zweigkanal $K^2$ in den Trog $I^2$ laufen lässt und das übrige dem frischen Zeug in dem Mischtrog $A^1$ zuführt. Um es unmöglich zu machen, dass der Kasten $I$ überfüllt werde und überlaufe, lässt der Trog $I^2$ das überschüssige Abwasser durch einen Rücklaufkanal $H^3$ in die Stoffbütte fliessen, und der dahin stattfindende Abfluss, sowie folgeweise der Stand der Flüssigkeit in $I$ werden durch einen verstellbaren Schützen am Ausgang von $I^2$ geregelt. In den Boden des Troges $I^2$ sind zahlreiche Löcher gebohrt, welche eine gründliche Vermischung des Abwassers mit dem Zeuge bewirken sollen; wenn sie aber zu viel Wasser durchlassen, muss ein Theil dieser Löcher mit hölzernen Stöpseln geschlossen werden. In das vordere Ende des Kastens $I$ wird manchmal behufs grösserer Verdünnung ein zweiter, von $K^1$ gespeister und wie $I^2$ angelegter Trog gesetzt.

Der Boden des Kastens $I$ sollte so viel wie möglich die Form des Cylinders haben, damit alle Theile der Flüssigkeit in gleicher Weise unter dem Einfluss des Siebes stehen, und damit sich nirgends etwas ablagern kann.

Der Cylinder $H$ vertritt bei dieser Maschine nicht nur die Stelle des Siebtisches, sondern auch die der unteren Gautschwalze. Die gusseisernen Arme, auf welchen die Zapfen der auf dem Cylinder $H$ liegenden oberen Gautschwalze $L$ gelagert sind, können sich um kurze, in Ausläufern des Gestelles der Nasspresse befestigte Bolzen $M^2$ drehen. Die Gautschwalze $L$ besteht aus einem hölzernen Cylinder von 30 bis 45 cm Durchmesser, welcher mit durchgehenden Bolzen zwischen Gussköpfen befestigt wird und von einer elastischen Hülle umgeben sein muss, damit er gleichmässigen Druck auf alle Theile des Siebes übt. Gewöhnlich befestigt man zu diesem Zwecke mehrere Lagen von Filz auf der Walze, ausnahmsweise wird auch die Elastizität durch möglichst gleichmässig auf die Walze genagelte Schwämme, welche man mit einer oder mehreren Lagen Filz bedeckt, noch erhöht.

Die Gautschwalze $L$ kommt nicht in direkte Berührung mit dem Sieb, sie ist von dem Nassfilz umhüllt, welcher über die Tragwalzen $N$, durch die Presswalzen $P$ und $P^1$, über die Leitwalze $N$, Spannwalze $N^1$ läuft und über den stets arbeitenden Filzwascher $R$ zurückkehrt.

Dieser Filzwascher besteht: aus einem Spritzrohr, welches den Filz mit Wasser tränkt, aus rasch umlaufenden hölzernen Flügeln, welche ihn schlagen, und aus einer Presse *S*, welche das überschüssige Wasser wieder auspresst. Von der, nur zum Entwässern und Reinigen von Halbstoff (aus Stroh, Holz usw.) dienenden, durch Figg. 773 und 774 dargestellten Maschine wird der Stoff in feuchtem Zustande abgenommen; soll Papier fabrizirt werden, so muss der Nassfilz viel länger sein, und, wie bei der Siebtischmaschine, bis unter die zweite Presse reichen.

Es ist von Vortheil, auf den Theil des Siebcylinders, welcher weder von

Fig. 773.

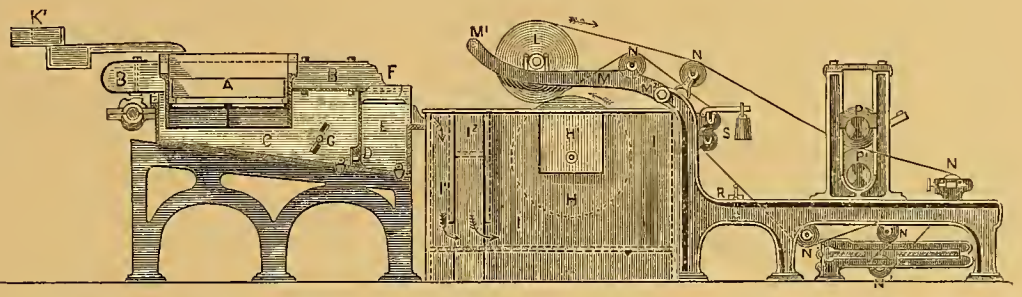
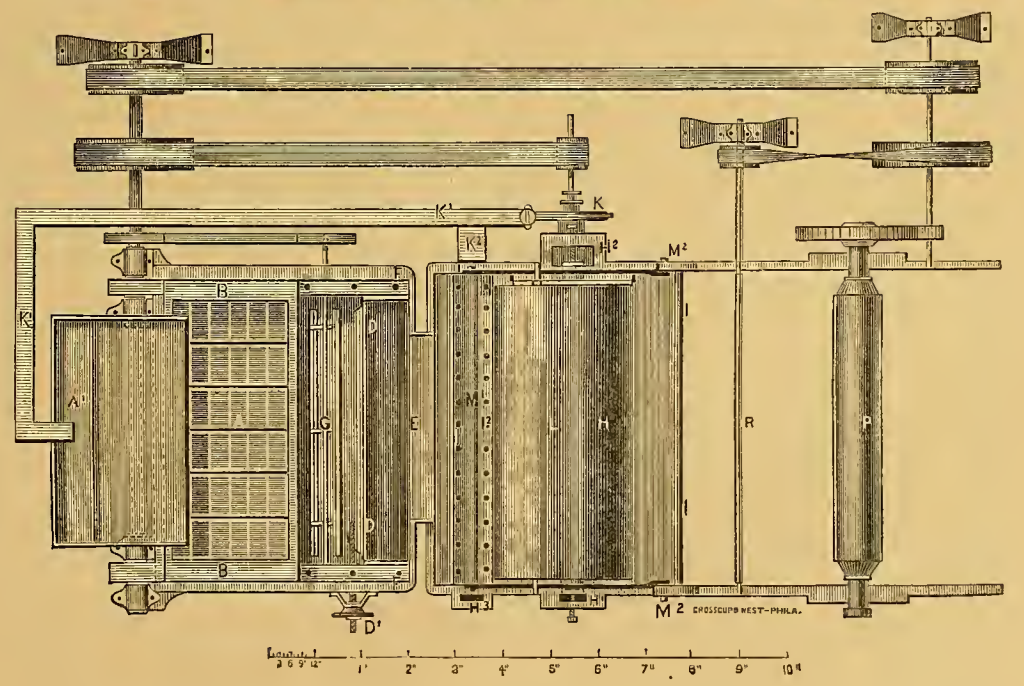



Fig. 774.




Filz noch von Flüssigkeit bedeckt ist, eine steife runde Bürste zu legen, welche sich mit ihm dreht, und deren Haare vermöge des Gewichts der Bürste in die Maschen des Siebes dringen und es rein halten. Festliegende und seitlich hin- und hergehende Spritzrohre, die zu gleichem Zweck benutzt werden, haben den Nachtheil, dass sie zu viel Wasser in den Stoff bringen. Vielfach wird das Sieb auch während der Arbeit mit Dampf gereinigt, der, aus der Leitung entnommen und mit einem Gummischlauch auf das Sieb geführt, als kräftige Spritze wirkt. Die runde Bürste wird in diesem Falle weggelassen.

Will man Papier anfertigen, welches nicht die ganze Breite des Siebes einnimmt, so bedeckt man den nicht benutzten Theil mit starker Leinwand.

**322. Entstehen des Papiers auf dem Siebcylinder.** Der verdünnte Stoff füllt den Kasten *I*, Figg. 773, 774, bis zur Höhe des Ueberfall-Schützens, welcher den Trog $I^2$ von dem Rücklaufkanal $II^3$ scheidet.

Da die Enden des Cylinders dicht verschlossen sind, oder so genau in einen Ausschnitt der Seitenwand passen, dass kein Stoff durchfliesst, so kann der flüssige Inhalt des Kastens *I* nur durch die Maschen des Siebes mit dem Innern des Cylinders in Verbindung treten. Das Wasser strömt durch sie ein und wird durch die Pumpe *K* fortgeschafft, während die Fasern auf dem Siebe bleiben und Papier bilden. Die Fläche, auf welcher das Wasser durch das Sieb dringt, auf welcher sich also Papier bildet, wird durch den Unterschied des Wasserstandes ausserhalb und innerhalb des Cylinders bestimmt. Dieser Unterschied ist um so grösser, je höher der Stoff in dem Trog steht, und je tiefer die Pumpe *K* das Wasser herausholen kann.

Das eigene Gewicht der Gautschwalze *L*, womit sie Wasser aus dem bereits entstandenen Papier presst, kann noch durch anderes vermehrt werden, welches man der Querstange $M^1$ anhängt. Mit dieser Querstange $M^1$, welche die Enden der beiden Arme *M* verbindet, hebt man auch die Gautschwalze, so oft es nöthig wird. Sobald das Papier den Nassfilz erreicht, schliesst es sich an denselben an, folgt ihm durch die erste Presse und wird, wie bei der Siebtischmaschine, durch die zweite Presse und über die Trockencylinder geführt.

**323. Bau des Siebcylinders.** Der wichtigste Theil der runden Maschine, der Cylinder, ist durch Fig. 775 im Querschnitt dargestellt, und theilweise Aufrisse der Köpfe oder Enden sind in Figg. 776, 777, 778 gegeben.

*A*, Fig. 776, ist das vordere geschlossene Ende; es besteht aus einem Messinggerippe von Nabe, Armen und Kranz, auf welchem eine Kupferplatte festgeschraubt ist. Das Sieb muss, um dem Druck der Gautschwalze widerstehen zu können, von zahlreichen aus Messing gegossenen radartigen Rosetten *B*, Figg. 775 und 778, unterstützt werden. *C*, Fig. 777, giebt einen Aufriss des offenen Endes, dessen vorspringender Kranz *D* in der Seitenwand des Kastens *I* läuft.

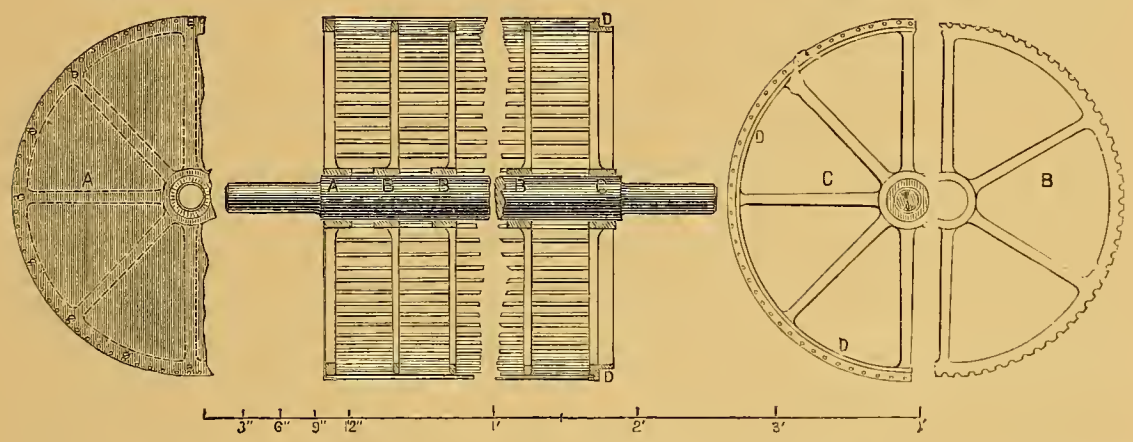
Alle diese Radkränze dienen nur als Träger für eine grosse Zahl von Messingstangen, welche aus Draht von Nr. 3 (6 mm stark) geschnitten sind und parallel mit der Achse liegen. Auf den Kränzen *B* sind Halbkreise von der Stärke des Drahtes für jede Messingstange ausgeschnitten, da aber der Durchmesser der Endrosetten *A* und *C* um $7^1/_2$ mm grösser ist als der Durchmesser der Träger *B*, so müssen in erstere volle Kreise zur Aufnahme der Drähte gebohrt werden. Zwischen diesen Bohrlöchern und dem äussersten Umkreise bleibt dann immer noch eine Metalldicke von $^3/_4$ mm. Die Kränze der Endstücke *A* und *C* sind ($^9/_{16}$″) 14 mm dick; der Kranz *A* wird ganz durchgebohrt, in den Kranz von *C* dürfen die Löcher aber nur 5 mm tief dringen, damit die Drähte darin einen Widerhalt finden. Von den durchgehenden Löchern in *A* aus werden die Drähte durch die genau in einer Linie liegenden Halbkreise fortgeschoben, bis sie in den Löchern von *C* aufsitzen, und am Zurückgehen werden sie durch die auf *A* geschraubte Kupferplatte verhindert.

Um diese Stangentrommel wird Kupferdraht von Nr. 16 ($1^1/_2$ mm stark)

so dicht gewunden, dass auf jeden Zoll 3 Windungen kommen, dass ihre Mittellinien also etwa $8^1/_2$ mm von einander entfernt sind. Damit die Drähte fest und unverrückbar liegen bleiben, müssen Halbkreise für sie in die Stangen geschnitten werden, und damit sie alle genau an die richtige Stelle kommen, spannt man die ganze Trommel in die Drehbank und dreht die Halbkreise ein. Der Kupferdraht ragt nur mit seiner halben Stärke, d. i. $^3/_4$ mm, über die Stangen hervor, seine Aussenseite liegt somit in einer Linie mit dem Umkreis der Radkränze *A* und *C*. Auf diesem Gerippe wird ein starkes endloses Metalltuch von Nr. 14 befestigt, und auf diese Unterlage erst kommt das Metalltuch zu liegen, worauf sich das Papier bilden soll, und das je nach der Feinheit des gewünschten Fabrikats von Nr. 50 bis 70 genommen wird.

Es versteht sich von selbst, dass viele Maschinenfabriken die Cylinder in abweichender Art bauen. Gottl. Heerbrandt, Raguhn in Anhalt, führt die Siebcylinder neben anderen Bauarten auch als Rohre nach der Seite 627 beschriebenen patentirten Bauart der Figg. 484 bis 487 aus.

Fig. 776. Fig. 775. Fig. 777. Fig. 778.




**324. Nachtheile und Vorzüge der Cylindermaschine.** Die Art der Lagerung des Cylinders, sowie seiner Verbindung mit der Gautschwalze und dem Nassfilz scheint die Möglichkeit seitlicher Bewegung oder Schüttlung, wie sie beim Siebtisch angewandt wird, auszuschliessen. Die Fasern lagern sich daher nur in der Richtung ab, in welcher das Papier läuft, sie können sich nicht, wie bei dem geschüttelten Siebtisch, nach allen Richtungen verfilzen und werden auch kein so gleichmässig gebildetes Papier ergeben. Cylinderpapier lässt sich daher sehr leicht in der Richtung zerreissen, in welcher es auf der Maschine gelaufen ist, d. h. in der Längsrichtung der ziemlich parallel nebeneinander liegenden Fasern, dagegen setzt es dem Zerreissen querdurch grossen Widerstand entgegen. Cylinderpapier ist desshalb leicht daran zu erkennen, dass es, gleichviel wo man es einreissen mag, stets in der Richtung reisst, in welcher es auf der Maschine lief, während ein angefangener Riss bei Langsiebpapier die eingeschlagene Richtung unverändert beibehält.

Um diesen Mangel des Cylinderpapiers möglichst zu beseitigen, hat man versucht, dem Stoff eine seitliche hin- und hergehende Bewegung zu geben. Die

dazu benützten Vorrichtungen bestehen gewöhnlich aus Rührwellen mit schraubenförmig gestellten Flügeln, welche in dem Kasten *I* parallel mit dem Cylinder und möglichst nahe an dem Siebe umlaufen. Hin- und hergehende Stangen mit senkrechten Stiften u. dergl. sind auch schon versucht worden. Wenn es damit auch nicht gelungen ist, ein ebenso gleichmässig verfilztes Papier wie auf dem Siebtisch zu erzeugen, so leisten sie doch in manchen Fällen durch etwas verbesserte Verfilzung gute Dienste.

Die Cylindermaschine zeichnet sich durch Einfachheit, leichte Führung und geringe Unterhaltungskosten aus. Während der Siebtisch Deckelriemen, Filzschläuche, Tellerleder, lange kostspielige Metalltücher und ziemlich viel Triebkraft braucht, ist das runde Sieb der einzige Theil des Cylinders, welcher sich erheblich abnützt, und auch dieses hält bei vielen Maschinen 6 bis 12 Monate lang aus.

Cylinderpapier ist aus den angeführten Gründen weniger gut als Siebtischpapier, die Arbeit der Cylindermaschine ist aber um so viel weniger kostspielig, dass sie für solche Papiersorten mit Vortheil verwendet werden kann, bei denen die grössere Gleichmässigkeit des Siebtischpapiers nicht auch durch höheren Preis Anerkennung findet. In Amerika wird desshalb noch immer viel Pack- und Umschlagpapier auf Cylindermaschinen angefertigt.

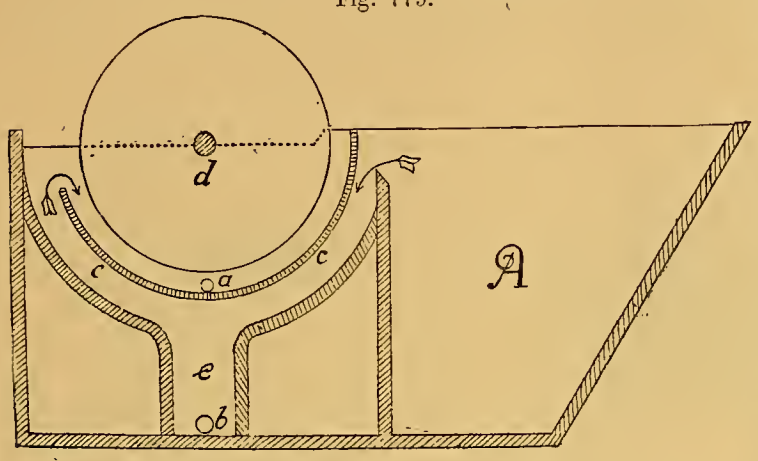
Mit der Vervollkommnung der Siebtischmaschine wird das Verhältniss zu Ungunsten der Cylindermaschine fortwährend verschoben. Die Siebe der ersteren werden stets länger genommen, und die Langsiebmaschinen leisten infolgedessen immer mehr, während sich die Erzeugung eines Siebcylinders kaum erhöhen lässt. Das Sieb eines Cylinders ist, da man dessen oberen über den Stoff herausragenden und den untern innen mit Wasser bedeckten Theil abrechnen muss, höchstens auf $1^1/_2$ bis 2 m Länge wirksam, während bei kurzen Siebtischen mindestens 4, häufig auch 5 bis 6 m Länge mit papierbildendem Stoff bedeckt sind. Abgesehen von der Querschüttlung, welche der Stoff auf dem Siebtisch erfährt, entwässert dieser auch durch seine waagrechte Lage besser als die beinahe senkrechten Theile der papierbildenden Oberfläche des Cylindersiebs. Die Wirksamkeit des Siebtisches wird überdies durch Vordruckwalze und Sauger unterstützt, die sich bei Cylindern nicht anwenden lassen. Es ist hierdurch erklärlich, dass eine grosse Langsiebmaschine bis zu fünfmal so viel Papier erzeugt als ein Siebcylinder mit Zubehör. Durch Vergrösserung und Verbesserung werden dagegen die Langsiebmaschinen immer theuerer, während die Cylindermaschine keine kostspielige Aenderung erfährt. Die Arbeit des Maschinenführers, welcher ebensogut eine grosse raschlaufende wie eine kleine langsame Maschine bedienen kann, wird bei ersterer besser ausgenützt, ist aber auch schwieriger und besser bezahlt. Man wird daher die Wahl von den zu erzeugenden Papiersorten, den verfügbaren Mitteln und Arbeitskräften abhängig machen müssen.

**325. Verbesserte Cylindermaschinen.** Je grösser der Trog ist, in dem der Siebcylinder liegt, je mehr Stoff er enthält, desto mehr muss dafür gesorgt werden, dass er überall in Bewegung bleibt, und sich nichts absetzen kann. In vielen Fällen werden desshalb die Ecken ausgefüllt, Rührwellen eingelegt (vergl. Fig. 774) usw. Wilhelm Krüger theilte in Nr. 93 der Papier-Zeitung von 1890 mit, dass er seit 1856 eine Cylindermaschine von der in Fig. 779 skizzirten Bauart in seiner Papierfabrik zu Neubrandenburg benützt.

*A* ist die Stoffbütte, *d* der Cylinder, *c* eine gebogene Zinkwand, welche den Stoff zwingt, den durch die Pfeile angedeuteten Weg einzuschlagen. *a* und *b* bezeichnen die Stellen, wo sich seitliche Abflussöffnungen befinden. Die Vertiefung *c*, in der sich Knoten und andere schwere Verunreinigungen sammeln, ist eine Art Sandfang und wird durch *b* entleert.

Der Cylinder *d* ist an einem Ende fest verschlossen, das andere Ende ist offen, wird aber beim Betrieb mit einer aufzuschraubenden Platte verschlossen. Das Wasser kann, wie gewöhnlich, nur an einer Seite herausfliessen, läuft dann in den Schöpfkasten und zum Theil in den niedrig stehenden Zeugkasten, wo es den Stoff verdünnt. Alles aus dem Cylinder abfliessende Wasser wird somit benutzt, und es kann kein Stoff verloren gehen.

Fig. 779.




Das in vielen Fabriken quer über den Cylinder gelegte Spritzrohr, welches das Sieb während der Arbeit reinhalten soll, aber auch viel Wasser zuführt, ist hier weggelassen. Die Hauptursache des Verschlammens des Siebes ist in den meisten Fällen der Umstand, dass das Sieb auch beim Stillstand im Stoff liegt, weil man nicht jedesmal den Trog entleeren kann und will. Dieser Uebelstand wird durch die Einrichtung Fig. 779 beseitigt. Sobald die Maschine stille steht, wird Zapfen *a* herausgenommen, aller in der Kufe *c* befindliche Stoff abgelassen und der Cylinder mit einer dazu vorhandenen Spritze sorgfältig gereinigt, so dass er garnicht mehr mit Stoff in Berührung ist. Die Stoffmasse wird bei dieser Bauart mit fortwährender Strömung dicht am Sieb vorübergeführt und giebt den Fasern Gelegenheit sich rasch und gleichmässig abzulagern und dadurch besseres festeres Papier zu bilden. Die Einrichtung war s. Zt. in Dänemark patentirt und hat sich nicht nur bei Herrn Krüger bewährt, sondern um etwa 1860 auch bei Gebr. Scharfhiert in Dresden, die auf einer solchen Maschine das sächsische Stempelpapier anfertigten.

Samuel H. Hodges, Parishof Street, Grafschaft Somerset, England, hat das amerikanische Patent Nr. 335 030 vom 26. Januar 1886 auf eine Einrichtung an Cylinder-Pappenmaschinen erhalten, durch welche besonders feste sogenannte Lederpappen erzielt werden sollen. Dieselbe ist in Figg. 780 und 781 dargestellt und beruht auf einem Gedanken, der vielleicht auch für Cylinder-Papier verwerthbar, jedenfalls aber beachtenswerth ist.

Dem Stoff soll nämlich durch eine Pumpe eine Strömung quer zum Papierlauf gegeben werden, um dadurch einen Theil der Fasern quer auf das Sieb zu legen.

Der Stoffkasten *A* ist durch ein Rohr *D* mit der Centrifugalpumpe *C* verbunden, welche den Papierstoff ansaugt und durch Rohr *c* oder *c'* dicht an der

Stelle, wo sich das Papier auf dem Cylinder *B* bildet, in der Richtung der Pfeile wieder in den Stoffkasten *A* treibt.

Der mit Gewalt eingetriebene Stoffstrom soll der ganzen Stoffmasse eine Bewegung quer zu dem Lauf der Maschine ertheilen. Strömt er durch *c* ein, so sollen sich die Fasern in der bei *f*, Fig. 780, gezeichneten Richtung auf das Sieb legen, kommt er von der andern Seite durch *c'*, so sollen die Fasern die Lage *f'* annehmen. Die Einmündung *2* des Rohrs *c* oder *3* des Rohrs *c'* wird abwechselnd von dem Schieber *a* geöffnet und geschlossen. Dieser Schieber *a* wird

Fig. 780.

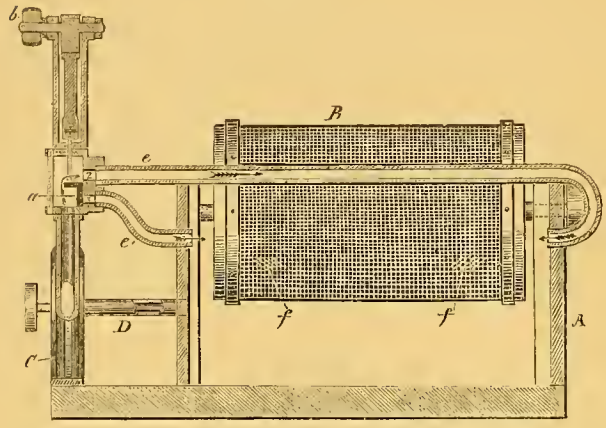
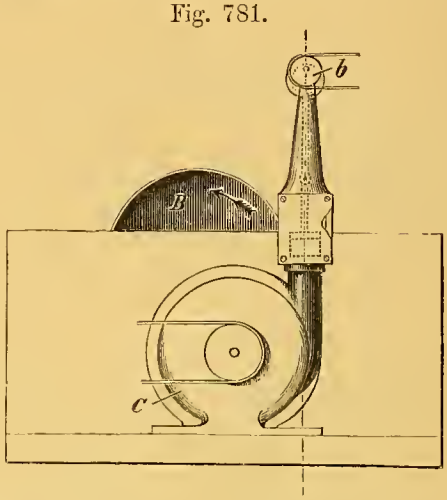



Fig. 781.




durch Kurbel und Riemscheibe *b* während einer oder mehrerer Umdrehungen des Cylinders *B* nur einmal von der Mündung *2* nach *3* oder umgekehrt geschoben, so dass der Stoffstrom während einer oder mehrerer Siebumdrehungen durch *c* oder *c'* in den Stoffkasten tritt. Die Fasern legen sich daher abwechselnd in der Richtung *f* und *f'* auf das Sieb. Die Fasern der abwechselnden Papierlagen, welche auf der Formatwalze aufeinander kommen und Pappe bilden, kreuzen sich somit regelmässig so, dass die Pappe nach jeder Richtung hin dem Zerreissen gleichen Widerstand leistet.

Wenn auch über den Erfolg der Einrichtung nichts bekannt geworden ist, so scheint es doch, dass eine Querströmung dieser Art, vielleicht in Verbindung mit der Bauart Fig. 779 vortheilhaft sein könnte.

**326. Maschinen mit mehreren Siebcylindern.** Da man den Durchmesser des Cylinders nicht übermässig gross nehmen darf, wenn die Maschine noch praktisch arbeiten soll, so kann die entwässernde Sieb-Oberfläche nicht erheblich vermehrt werden. Der Druck, mit dem das Wasser von den Fasern entfernt wird, kann auch nicht stärker werden als der Unterschied der Flüssigkeitshöhe innerhalb und ausserhalb des Cylinders, und man hat somit kein Mittel, wodurch dem Stoff solch grosse Wassermengen entzogen werden könnten wie es die Anfertigung sehr dicken Papiers erheischt. Man kann sich jedoch dadurch helfen, dass man zwei oder mehr Siebcylinder hintereinander stellt und deren Papier auf gemeinschaftlichem Nassfilz vereinigt, welcher dann zwei oder mehr Gautschwalzen umhüllt. Wenn beide Cylinder gleichen Stoff verarbeiten, können sie auch in

gemeinsamem Stofftrog liegen. Das auf dem zweiten Cylinder gebildete Papier hängt sich so fest an die untere Seite des Filzes, dass es ihm zum ersten Cylinder folgt, sich dort mit einem andern Papierblatt vereinigt und verdoppelt weitergeführt wird. Eine Pumpe genügt zum Wegschaffen des Abwassers zweier Cylinder, wenn es ihr durch Röhren zugeführt wird.

Maschinen mit zwei Cylindern werden vielfach zur Fabrikation von Papier-Kragen-, schwerem Umschlag-, Sackpapier und anderen Sorten verwendet. Papier, dessen beide Seiten von verschiedener Güte oder Farbe sind, lässt sich dadurch herstellen, dass man zwei Siebcylinder mit besonderen Kasten versieht und dieselben mit verschiedenem Stoff speist.

Man hat drei und mehr, bis zu 6 Cylinder zur Fabrikation schwerer Pappen in einer Maschine vereinigt, und die Zahl der Trockencylinder (von 90 cm Durchm.) in demselben Verhältniss, bis zu 16 und 20, erhöht. Vereinigungen von mehr als drei Siebcylindern unter einem Filze haben sich jedoch nicht bewährt und sind in vielen Fabriken durch Siebtische ersetzt worden.

In Fig. 782 ist eine Maschine mit 2 Siebcylindern von C. Joachim & Sohn in Schweinfurt am Main in 1 : 100 der wahren Grösse dargestellt, bei der beide Cylinder gleichen Stoff verarbeiten. Der Papierstoff wird aus den Sammel- oder Rührbütten nach dem Schöpfrade $A$ geleitet und durch den dazu gehörigen Stoffregulator $a$ in entsprechender Menge dem Misch- und Sandfangkasten $B$ zugetheilt. Der durch die Schlitze des Knotenfangs $C$ gelangte Stoff wird mittels Vertheilungsrohrs $D$ nach unten geleitet, damit man zwischen Siebcylindern und Knotenfang $C$ einen Durchgang zur bequemeren Bedienung der Maschine erhält. Vom Rohr $D$ zweigen sich dann zu beiden Seiten der Maschine die Zuführungsrohre $E$ ab, welche den flüssigen Stoff in die Einlasskasten $b$ der 2 Siebcylinder treten lassen. Durch den abwechselnden Eintritt des Stoffes auf der Arbeits- und Triebseite der Maschine soll verhindert werden, dass das Papier einseitig dick wird. Die Führung leidet darunter nicht, da man den rückseitigen Schieber mit einem Stängelchen von der Arbeitsseite aus leicht verstellen kann.

Die zwei miteinander verbundenen Kasten $F$ und $F_1$ der Cylinder sind stufenförmig angeordnet und bestehen aus gusseisernen Seitenwänden mit Holzboden, sowie einer durch eingestellte Bretter gebildeten zweitheiligen Vorkammer zur Mischung des Stoffes mit frischem oder Siebwasser. Die sehr geräumig gehaltenen Kasten $F$ und $F_1$ haben nur je einen kleinen Stoffrührer $cc_1$, da der Umlauf des gegen die Siebflächen der Cylinder strömenden Stoffes ohnehin so lebhaft ist, dass weitere Rührer im unteren Theil überflüssig erscheinen. Das durch die Cylindersiebe dringende oder von den Gautschwalzen $G$ und $G'$ durchgedrückte Wasser wird am untersten Punkte des Cylinder-Innenraumes von der für beide Cylinder gemeinschaftlichen Flügelpumpe $H$ angesaugt und durch deren Steigrohr $J$ nach dem Sandfang $B$ behufs Stoffverdünnung oder anderer Verwendung geleitet. Durch einen Schieber an den Austrittspunkten des Abwassers an den Cylinderkästen kann man den Wasserstand in den Cylindern beliebig hoch halten und damit die Dicke der aufzunehmenden Stoffschichten bestimmen. Letztere werden nun vom endlosen Filz $K$ in der Weise aufgenommen, dass sich unter dem Drucke der Gautschwalze $G_1$ die dünne Stofflage vom Siebe des Cylinders in $F_1$ ablöst und

an der unteren Fläche des Filzes $K$ haften bleibt. Der Filz $K$ gelangt in seinem weiteren Laufe auf den Cylinder $F$ und nimmt hier die zweite Stoffschicht auf, welche sich unter der Gautschwalze $G$ sehr innig und fest mit der ersten zu einem Bogen zusammenpressen und vom Filze $K$ den Pressen zuführen lässt. Für starke, kartonartige Papiere muss der Filz erst durch eine kleine Vorpresse $L$ gehen, damit die noch zu viel Wasser enthaltende dicke Stoffschicht unter der starken Pressung der Walzen $M$ nicht zerdrückt wird. Die erste Presse $M$, sowie die zweite Presse $N$ sind mit schräg gelagerten, starken oberen Walzen von 300 mm Durchmesser und 1560 mm Arbeitsbreite, und die Unterwalzen mit Gummibezügen versehen. Der Antrieb erfolgt durch Stirnradvorgelege und Riemscheiben, während das Hauptvorgelege mit einer Anordnung von Wechselrädern nach Fig. 738, Seite 830 versehen ist. Die Oberwalzen beider Pressen lassen sich durch Schneckenradübersetzung leicht und bequem heben, wenn Filze eingezogen werden sollen. Nachdem der lange Nassfilz $K$ durch die erste Presse gegangen ist, wird er in der bei Langsiebmaschinen üblichen Weise noch bis vor die zur Wendung des Papiers mit Steigfilz $o$ versehene zweite Presse $N$ geführt und wieder zurückgeleitet, um nach erhaltener Waschung durch den Schlag-Haspel $d$ und Auspressung durch die Walzen $e$ denselben Rundgang zu machen. Der Trockner, welchem das feuchte Papier von der zweiten Presse $N$ zugeführt wird, besteht aus 3 Cylindern $P, P_{,,} P_{,,,}$ von 1500 mm Durchmesser nebst Filztrockner $R$ von 600 mm Durchmesser, und der dritte Cylinder $P_{,,,}$ ist noch mit einer Glättwalze $Q$ versehen. Die Cylinder besitzen zum Antrieb innen verzahnte, an die Deckel geschraubte Radkränze, und die Gestelle sind gleich denen der Nasspartie auf durchlaufenden eisernen Fundamentbalken gelagert. Ein Längsschneider $S$ und ein Haspel $T$, für welchen auch ein Roller aufgestellt werden kann, vervollständigen die Maschine, welche eine Länge von $20^1/_2$ m besitzt.

Fig. 782.

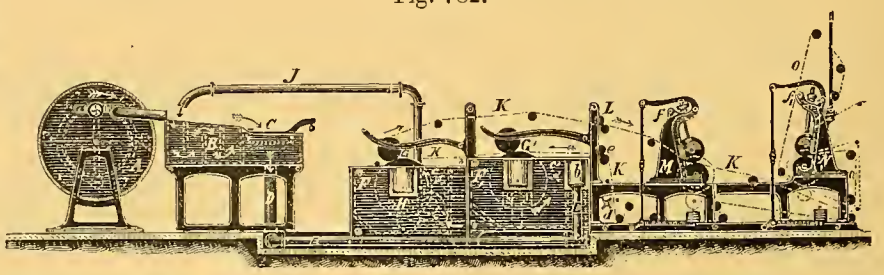
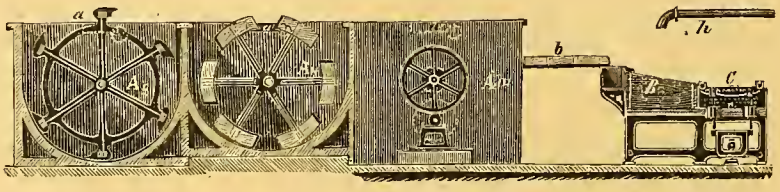


Fig. 783.



In Fig. 783 ist der Nasstheil einer von C. Joachim & Sohn in Schweinfurt a. Main gebauten Maschine mit drei Siebcylindern in 1 : 100 der wahren Grösse dargestellt, mit welcher Papier aus drei oder zwei verschiedenen Stoffen angefertigt werden kann. Die beiden äusseren Schichten können beispielsweise verschiedenfarbig, die innere aus groben billigen Fasern angefertigt werden. Die Maschine ist desshalb mit drei liegenden, aus Cementmauerwerk hergestellten waag-

rechten Stoffbütten $A$, $A_{,,}$ $A_{,,,}$ versehen, deren Schöpfräder den Stoff durch Regler $a$ und Rinnen $b$ in den dreigetheilten Sandfang $B$ befördern. An diesen schliessen sich drei nebeneinander stehende Knotenfänge $C$, aus denen die Stoffe durch Röhren $c$ in die Vertheiler $d$ der Cylindertröge $D$, $D_{,,}$ $D_{,,,}$ gelangen und den Cylindern entgegen in die Tröge fliessen.

Das durch die Siebe der Cylinder $e$, $e_{,,}$ $e_{,,,}$ dringende Wasser wird am tiefsten Punkte des Umfanges von 3 Flügelpumpen $g$ angesaugt und durch die Röhren $h$ zu wiederholter theilweiser Verwendung in die oberhalb des Sandfanges stehende Mischabtheilung gepumpt. Die Cylinder $e$, $e_{,,}$ $e_{,,,}$ werden von dem langen Nassfilz $i$ mitgenommen, d. h. in Umdrehung versetzt, und dieser erhält seine Bewegung von den Presswalzen $E$,. Der Filz $i$ nimmt zuerst von dem Siebumfange des Cylinders $e_{,,,}$ unter dem Druck der Gautschwalze eine dünne Stofflage ab, welche dann, unten am Filze hängend, auf den Siebcylindern $e_{,,}$ und $e$, wiederholt verstärkt und der ersten Presse $E^1$ zugeführt wird. Zur vorläufigen Entwässerung muss die Papierlage auf dem Filz $i$ durch die kleine Vorpresse $K$ gehen und gelangt vom Filz der ersten Presse auf den Filz $l$, welcher der zweiten Presse $E_{,,}$ angehört und bis unter die mit Steigfilz $m$ versehene dritte Presse $E_{,,,}$ geleitet wird, um hier gewendet und dann auf die Trockencylinder geführt zu werden. Die drei Pressen bestehen aus massiven unteren Gusswalzen mit Gummibezug und oberen Hartgusswalzen, welche mit Doppelhebeldruck belastet werden und sich mit Schneckenrad hochheben lassen. Der Antrieb erfolgt bei der dritten Presse durch besondere Stirnradvorgelege.

Fig. 782.

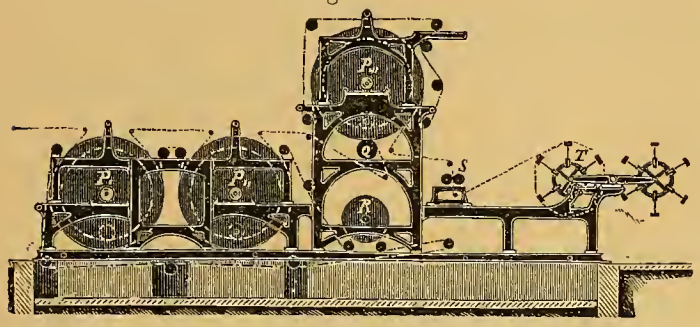
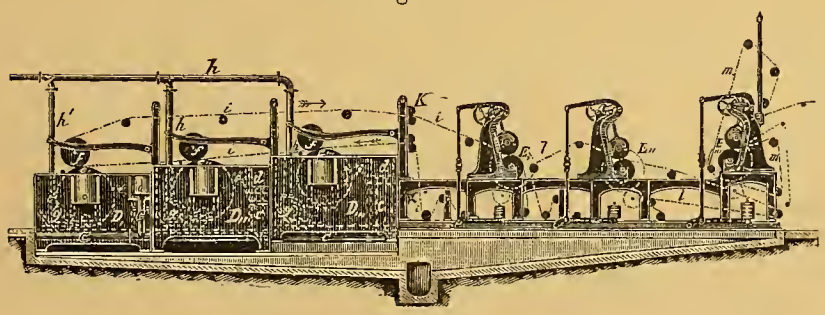


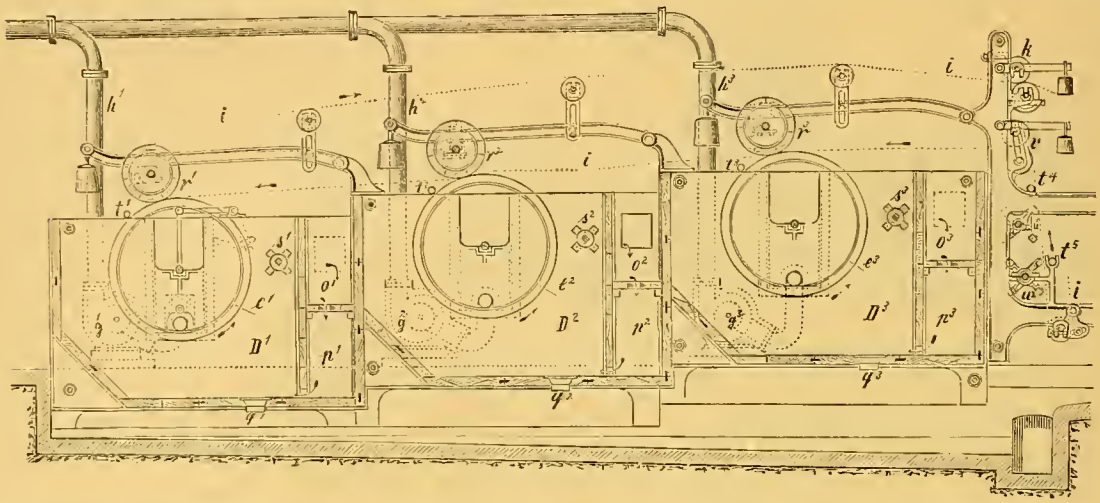
Fig. 783.



In Fig. 784 ist ein Längsschnitt durch die Cylindertröge in 1 : 40 der wahren Grösse besonders gegeben. Die verschiedenen Stoffe treten abwechselnd bei einem Cylinder auf der Triebseite, beim nächsten Cylinder auf der Führungsseite in die Vorkammern $o^1$ $o^2$ $o^3$, fliessen durch dieselben, gelangen durch einen dreieckigen Ausschnitt am entgegengesetzten Ende in den unteren Theil $p^1$ $p^2$ $p^3$ und aus diesem durch einen Schlitz am unteren Ende der Scheidewand in die Cylinderkasten $D^1$ $D^2$ $D^3$. Diese terassenförmig aufgestellten Kasten sind mit Ventilen $q^1$ $q^2$ $q^3$ versehen, welche zum Ablassen von Stoff oder Waschwasser dienen. Die nur mit Kreisen angedeuteten Siebcylinder $e^1$ $e^2$ $e^3$ werden mit Spritzröhren

$t^1$ $t^2$ $t^3$ rein gehalten und vom Filz $i$ nebst Gautschwalzen $r^1$ $r^2$ $r^3$ in Drehung gesetzt. Die Spritzröhren erhalten manchmal hin- und hergehende Bewegung, damit alle Theile des Siebes von ihren Strahlen getroffen werden. Das in die Cylinder gelangende Wasser wird von den punktirt gezeichneten Flügelpumpen $g^1$ $g^2$ $g^3$ angesaugt und durch Röhren $h^1$ $h^2$ $h^3$ in Behälter vor den Sandfängen befördert. Die kleinen Rührer $s^1$ $s^2$ $s^3$ halten den Stoff an der Oberfläche in Bewegung, im unteren Raum sind dieselben nach der Erfahrung der erbauenden Firma entbehrlich. In den geräumigen Kasten können sich viele Verunreinigungen ablagern, ehe man genöthigt ist, behufs Reinigung abzustellen. Der von den Presswalzen $E^1$, Fig. 783,

Fig. 784.



mitgenommene Filz $i$ wird auf dem Rückweg von Spritzröhren $t^4$ $t^5$, Fig. 784, und Schlägern $u^1$ $u^2$ gereinigt und in der Presse $v$ von überflüssigem Wasser befreit. Filz $i$ geht mit den drei aufeinander liegenden Papierbahnen durch die leichte Vorpresse $k$, welche diese nur zusammenpressen soll, und macht den aus Fig. 783 ersichtlichen Weg.

Eine Maschine mit zwei Siebcylindern nach dem amerikanischen Patent Nr. 424 342 vom 25. März 1890 des James B. McNamar von North Bennington in Vermont ist in Figg. 785, 786, 787, 788 nach der Patentschrift dargestellt. Jedem der beiden Cylinder $V$ $V^1$ wird Stoff aus dem Knotenfang $K$ zugeführt, Fig. 787. Der durch diesen gegangene im Raum $J$ gesammelte Stoff stürzt über den Damm $M$ und wird in seinem Sturz mit dem aus dem Lochschieber $O$ herausspritzenden Wasser gemischt. Die Löcher $h$, Fig. 788, des oberen beweglichen Schiebers stehen etwas weiter oder enger zusammen als die des unteren festen Schiebers, decken sich also in keiner Lage vollständig. Dadurch wird ermöglicht, dass man durch Stellung des Schiebers vom Handrad $J$ aus auf einer Seite mehr Wasser zuströmen lassen kann als auf der anderen. Die Vertheilung des durch Rohr $N$ zufliessenden Wassers durch diese Löcher und die darunter befindlichen Abtheilungen sind aus Fig. 786 erkennbar. Der in solcher Weise gründlich und gleichmässig verdünnte Stoff strömt unter der verstellbaren Scheidewand $Q$ durch, gegen und über Wand $R$ zu den Cylindern $V$ $V^1$. Diese sind mit geschlossenen Trögen $T$ $T^1$ von der in Fig. 779 dargestellten Art versehen, die von Herrn Krüger, wie Seite 858 gesagt, seit 1856 benützt werden.

Diese Tröge sollen nicht nur gleichmässige Ablagerung der Fasern auf dem Cylindersieb bewirken, sondern mit Hilfe der Ausflussschützen $Y\,Y^1$ wird der Stoff auch veranlasst, in der Richtung der Cylinderachse zu fliessen und sich quer zum Papierlauf zu legen. Wenn die Schützen $Y\,Y^1$ ganz hochgezogen sind, schliessen sie die senkrechten Auslässe der Rinnen $X\,X^1$, in welche der Stoff aus den Trögen $T\,T^1$ überfliesst. Stellt man die Schützen $Y\,Y^1$ in ihren senkrechten Führungen so, dass der übrige Stoff durch ihre senkrechten Ausschnitte $Z\,Z^1$ in der Höhe des Abflussrandes der Tröge $T\,T^1$ ausströmt, so bewirken sie die erwähnte Strömung. Stellt man aber die Schützen $Y\,Y^1$ so tief, dass der Stoff aus den Rinnen $X\,X^1$ tief unter den Abflussrändern der Tröge $T\,T^1$ abfliesst, so steht diese Strömung nicht mehr in Zusammenhang mit dem Stoff in den Trögen $T\,T^1$ und übt keinen Einfluss auf denselben. In letzterem Falle lagern sich die Fasern in der Richtung des Papierlaufs ab wie bei gewöhnlichen Siebcylindern. Bei Maschinen mit zwei und mehr Siebcylindern kann man grosse Gleichmässigkeit des Papiers erzielen, wenn man die Ausflüsse der Rinnen $X\,X^1$ abwechselnd auf eine und die andere Seite verlegt. Beim zweiten Cylinder $V^1$ müsste sich dann $X^1$ durch den in Fig. 788 eingezeichneten Schützen $Y''$ in die Rinne $K''$ ergiessen und durch den inneren Kanal $l^1$, Fig. 787, in den Kanal $l$ gelangen.

Fig. 785.

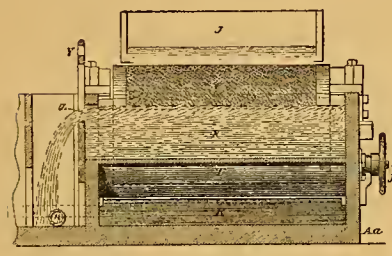


Fig. 786.

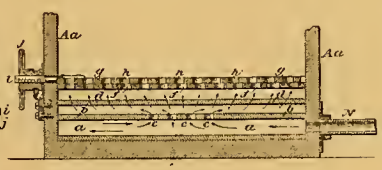


Fig. 787.

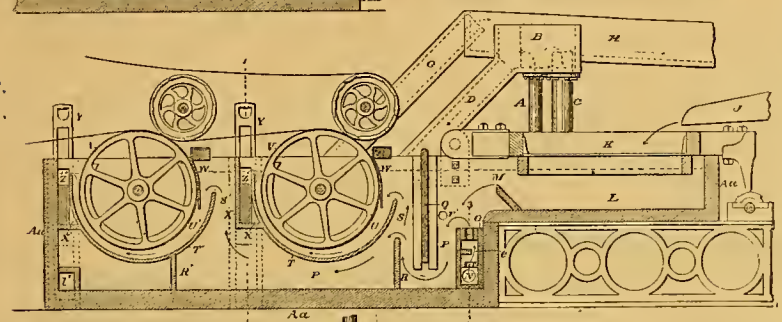
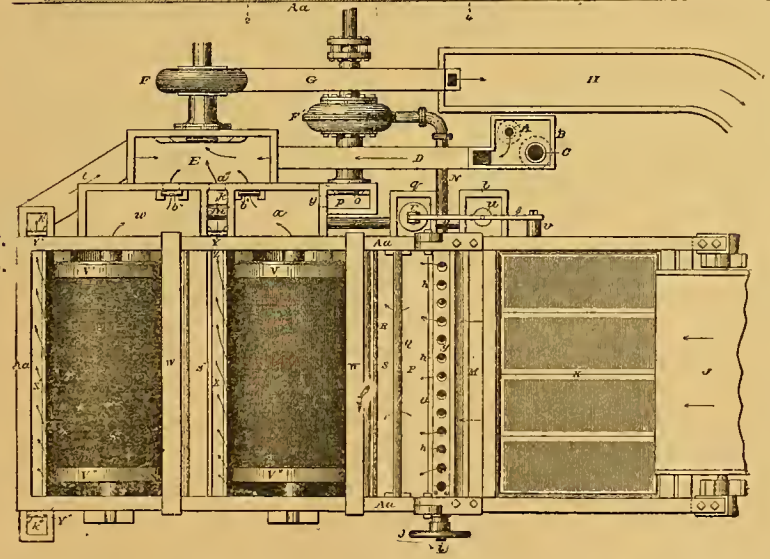


Fig. 788.



Der überschüssige Stoff ergiesst sich, wie aus Fig. 788 ersichtlich, durch Rinnen $k$ und $k'$ $l$ in den Sammler $E$, aus dem er von der Flügelpumpe $F$ durch Rohr $G$ und Rinne $H$ in den Stoff-Einlauf zurückbefördert wird. In dem Behälter $E$ geht auch die Mischung mit frischem Stoff vor sich, der aus einer — wie in Amerika üblich — tiefer stehenden Rührbütte durch Rohr $A$ in den Regler $B$

gepumpt wird, und aus diesem durch Rinne $D$ nach $E$ fliesst. Der Stoff-Ueberfluss fliesst aus $B$ durch Rohr $C$ in die Rührbütte zurück. Der zum Theil entwässerte Stoff aus den Trögen $XX'$ wird somit in $E$ mit frischem gemischt.

Das aus dem Innern der Cylinder kommende Wasser fliesst in zwei durch Rohr $m$ verbundene Behälter $a$ $w$, Fig. 788, aus denen ein Theil nach Bedarf durch Schieber $b''$ in den Sammelbehälter $E$ zur Verdünnung des frischen Stoffes abgelassen wird. Der Rest fliesst durch Oeffnung $y$ in $a$, Rinne $p$ und Rohr $o$ in die Flügelpumpe $F'$, welche durch Rohr $N$ in beschriebener Weise das Mischungswasser zuführt.

Der Stoff aus dem Kasten $Aa$ kann durch eine Rohrverbindung $r'$, Fig. 787, in den anstossenden Behälter $q$, Fig. 788, treten und steht darin gleich hoch. Ein in $q$ befindlicher Schwimmer $r$ öffnet mit einem um $v$ drehbaren Hebel $s$ ein Abflussventil $u$ in dem durch Rohr $n$ mit $q$ verbundenen Behälter $t$, sobald der Stoff in $Aa$ zu hoch steht.

Ueber jeden Siebcylinder ist an der Einlaufseite ein Tuch $W$ gehängt, welches sich über den ganzen Cylinder erstreckt und etwas in den Stoff eintaucht. Es soll auf dem Sieb schleifen, um etwaige Blasen zu zerdrücken, sowie um Schaum und andere anhängende Theile zu entfernen.

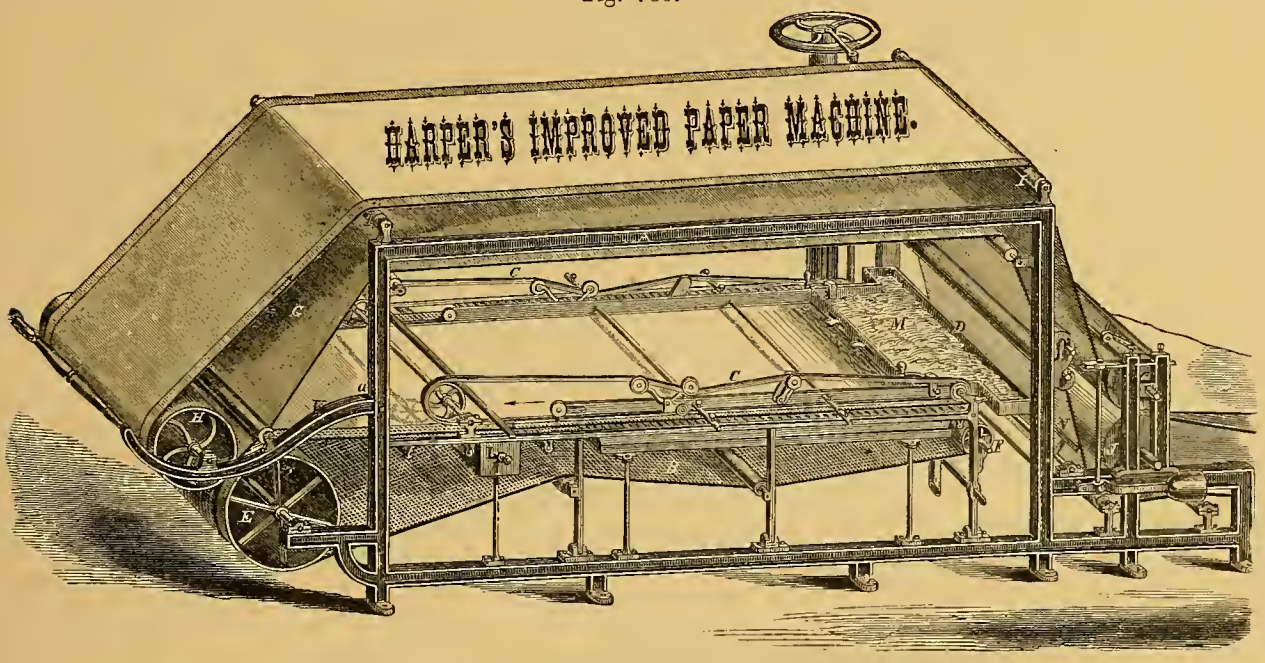
Die Maschine mit den beschriebenen Verbesserungen soll mehr leisten und gleichmässigeres besseres Papier liefern als die von üblicher Bauart. Durch Untersuchung soll sogar festgestellt sein, dass sie um 25 pCt. festeres Papier liefert als die Langsieb-Maschine. Sie dient (1891) in einer Reihe amerikanischer Fabriken zur Herstellung von Strohpack-, Manillapack-, Manillatauen-, Mehlsack-Papier und Schachtelpappen.

**327. Verwendung der Cylinder-Papiermaschine.** In den Vereinigten Staaten von Amerika fanden Maschinen mit einem Siebcylinder noch in den 60er Jahren ausgedehnte Verwendung zur Anfertigung von Druck- und anderen weissen Papieren. Auf die Dauer konnten diese Papiere jedoch den Wettbewerb der besser verfilzten, gleichmässigeren Langsieb-Papiere gleicher Art nicht aushalten. Die Eincylinder-Maschinen wurden durch die leistungsfähigeren Langsiebmaschinen ersetzt und werden jetzt nur noch ausnahmsweise zur Anfertigung weisser und überhaupt solcher Papiere dienen, von denen man schöne gleichmässige Durchsicht verlangt. Zwei- und dreicylindrige Maschinen wurden jedoch nicht nur beibehalten, sondern erfreuen sich wachsender Verbreitung. Da bei diesen Maschinen zwei oder drei Papierbahnen gleichzeitig entstehen, so ersetzen sie damit die grössere Leistung der Langsiebe. Es wird auch vielseitig angenommen, dass durch Vereinigung von zwei oder drei selbständig entstandenen Bahnen festeres, kräftigeres Papier entsteht als durch Bildung eines ebenso dicken Papiers in einer Bahn auf dem Langsieb. Der Umstand, dass Maschinen mit mehreren Siebcylindern in Amerika beinahe allgemein zur Herstellung starker fester Sorten, wie Mehlsack-Papiere, benützt werden, scheint diese Anschauung zu bestätigen. Hierzu kommt auch noch, dass bei Papier, welches aus mehreren Lagen gebildet ist, die Fehler der einen Lage durch die der andern verdeckt werden. Da derartig dicke Papiere auch beinahe undurchsichtig sind, so kommen die Vorzüge der Langsieb-Fabrikation hier wenig zur Geltung und werden von denen der Mehrcylinder-Maschinen überwogen.

## c) PAPIERMASCHINEN BESONDERER ART.

**328. Harper's Papiermaschine.** Herr James Harper, Papierfabrikant bei New Haven in Connecticut, hat die in Fig. 789 dargestellte Vereinigung des Siebtisches mit dem Siebcylinder erfunden und Patente dafür erhalten. Das Metalltuch *B* ist wie gewöhnlich mit einer Brustwalze *F*, mit Deckelriemen *C*, Saugkasten *L* und Teller *M*

Fig. 789.




versehen; die untere Gautschwalze *E* ist aber wie der Cylinder einer runden Maschine gebaut, mit dem Unterschiede, dass das darüber laufende Metalltuch *B* an Stelle des feinen befestigten Siebbezuges tritt. Die hohle obere Gautschwalze *H* ruht auf Armen *K*, welche um die in dem Gestelle *A* befestigten Bolzen *a* schwingen können. Der Nassfilz *G* umhüllt auch hier die obere Gautschwalze, läuft über die Tragwalzen *I I* und nimmt das auf ihm liegende Papier durch die erste Presse *JJ* bis unter die zweite Presse mit. Auf dem Rückwege wird der Filz, wie bei der Cylindermaschine, genässt, von Flügeln *N* geschlagen und unmittelbar darauf in einer Presse seines überschüssigen Wassers entledigt.

Die Sand- und Knotenfänge bilden hier keinen Theil der Maschine und können in irgend einem andern Raume aufgestellt sein, da der gereinigte Stoff von einer Pumpe innerhalb der Seiten *D* des Tellers abgeliefert wird.

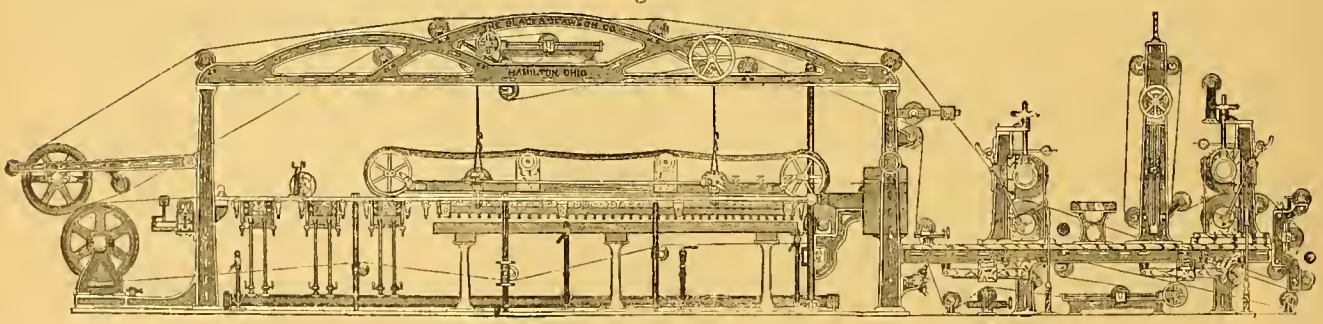
**329. Vortheile, Nachtheile und Verbreitung der Harper-Maschine.** Der Erfinder hatte es sich bei Erbauung dieser Maschine zur Aufgabe gemacht, einen Siebtisch herzustellen, von dem sich das Papier, wie bei der Cylinder-Maschine, ohne Beihilfe ablöst und dem Nassfilze folgt. Dies ist ihm gelungen, und er macht überdies als Vorzüge seiner Maschine geltend: Dass man damit nicht nur dünneres Papier als auf gewöhnlichen Siebtischen, sondern auch sehr starke Sorten anfertigen könne, weil sie nicht in der Gautschpresse erdrückt werden; dass man Waschwasser erspart, weil keine Spritzröhren vorhanden sind; dass der Filz beständig gewaschen und reingehalten wird, und dass sich die Filze und Metalltücher weniger abnützen.

Damit der Filz nur die unabweisbar nöthige Länge erhalte, ist das Metalltuch möglichst kurz genommen, es entwässert aber, nach des Erfinders Ansicht, vermöge seiner grossen Zahl von Tragwalzen ebensoviel Stoff wie ein langes Sieb (vergl. Abschn. 236). Trotz dieser Verkürzung des Metalltuches wird der Filz noch immer sehr lang, und die Schwierigkeit, ihn richtig zu führen, sowie die Kosten seiner ziemlich häufigen Erneuung haben der allgemeineren Einführung der Maschine im Wege gestanden. Von den sieben Maschinen dieser Art, welche, ausser der in Herrn Harper's Fabrik laufenden, bis 1873 gebaut wurden, sind einige aus diesem Grunde wieder aufgegeben worden. Wahrscheinlich war diejenige, welche Verfasser 1873 in Harper's eigener Fabrik in New Haven, Conn., sah, die einzige, welche damals noch in Betrieb war. Während Harper's Patent in Kraft blieb, wurde auch keine weitere Maschine dieser Art gebaut.

Es scheint, dass die wachsende Geschwindigkeit der Papiermaschine und die geringe Festigkeit der mit viel Holzschliff versetzten Papiere später auch in Amerika das Bedürfniss nach einer Bauart hervorgerufen haben, bei welcher das Durchführen der Papierbahn von Hand möglichst vermieden wird. Diesem Umstand einerseits, sowie auch dem Ablauf des Patents anderseits ist es vermuthlich zuzuschreiben, dass die Harper'sche Bauart von 1886 ab wieder aufgenommen wurde.

Mehrere amerikanische Maschinenfabriken bauen derartige Maschinen, und eine derselben, von The Black & Clawson Co. in Hamilton, Ohio, war in Nr. 85 der Papier-Zeitung von 1888 durch den Holzschnitt Fig. 790 dargestellt. Die

Fig. 790.




Maschine scheint hiernach bedeutend verbessert zu sein, der 78′ lange Filz ist besser geführt, soll keinerlei Schwierigkeiten verursachen und sogar im Verhältniss länger aushalten als andere. Die 40′ langen Siebe sollen dadurch sehr geschont werden, dass man schwächeren Druck in der Gautschpresse anwendet. Da der Filz

während des Ganges fortwährend gewaschen wird, ist der sonst durch Waschen hervorgerufene Aufenthalt vermieden, und durch Wegfall der Schaber an der oberen Gautschwalze werden Verdriesslichkeiten erspart. Der Hauptvortheil liegt jedoch darin, dass das Papier ohne jede Mithilfe der Hand durch die Gautsch- und Nasspresse geht, dass also der Ausschuss, welcher sonst hier entsteht, vermieden wird. Aus Fig. 790 ist auch ersichtlich, dass die obere und untere Walze der ersten und zweiten Presse jede für sich herausgenommen werden kann, während die andere in der Maschine bleibt, dass also schnelles Auswechseln möglich ist. Eine solche Maschine soll auch nur wenig mehr kosten als eine gleich grosse von gewöhnlicher Bauart.

Dem Vorzug des selbstthätigen Uebergangs des Papiers vom Sieb auf den Filz steht neben grösseren Kosten nur der Umstand entgegen, dass man den Siebtisch unter den Filz stellen und vom Knotenfang trennen muss. Dieser selbstthätige Uebergang vom Sieb auf den Filz wird um so werthvoller, je rascher man arbeitet, je mehr die Maschine leisten soll, verliert aber an Bedeutung durch alle Mittel, welche die Uebertragung des Papiers vom Sieb auf den Filz bei der gewöhnlichen Langsiebmaschine erleichtern.

Die von 1886 bis 1890 in den Vereinigten Staaten aufgestellten, etwa 25 Maschinen dieser Art dienen hauptsächlich zur Anfertigung von Zeitungs- und Tapetenpapier mit viel Holzschliff, sowie von dünnem Papier.

In Deutschland dienen gleichfalls zwei amerikanische Harper-Maschinen zur Herstellung von Zeitungsdruck. Eine dritte, die auch Holzschliffpapier erzeugt, ist von J. M. Voith in Heidenheim a. Brenz, Württemberg, erbaut, macht 60 bis 70 m Papierbahn in der Minute und soll sich ohne Schwierigkeit bedienen lassen. Dieser Erfolg ist besonders dem kräftigen, sorgfältigen Bau, grossen Scheiben, breiten Riemen usw. zu danken, wodurch jedes Zucken, jede Erschütterung vermieden wird.

Für feinere, bessere Papiere, bei denen häufigere Aenderungen eintreten, wo es mehr auf richtige, dem Zweck entsprechende Behandlung als auf Massen-Erzeugung ankommt, wird die Maschine nicht empfohlen.

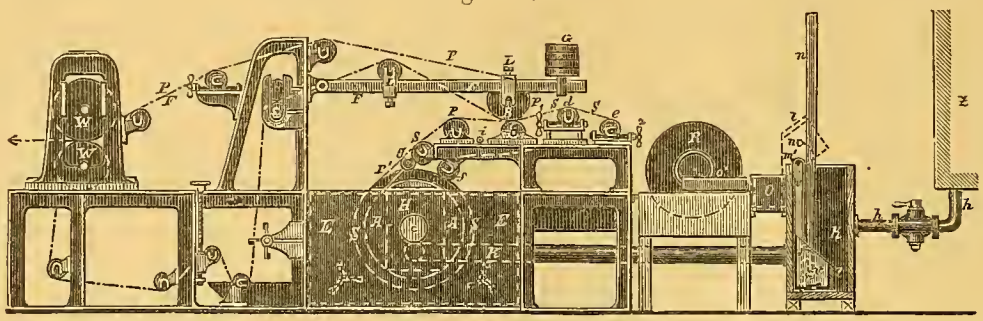
**330. Langsieb-Cylinder-Papiermaschine.** J. V. Stenger, früher Papierfabrikant in Frohnleiten, Steiermark, suchte die Cylindermaschine dadurch leistungsfähiger zu machen, dass er sie mit einem Langsieb versah. Er liess sich diese Bauart 1882 unter Nr. 19 193 in Deutschland patentiren und hoffte damit die Vortheile der Cylinder- und Langsiebmaschinen zu vereinen und deren Nachtheile zu beseitigen.

In Fig. 791 ist die Maschine nach der Patentschrift dargestellt. Der im Kasten $E$ gelagerte Cylinder $A$ ist anstelle des Siebüberzugs von einem Langsieb $S$ umhüllt, welches das darauf gebildete Papier $P$ zwischen den Walzen $B$ und $c$ an den Filz $F$ abgiebt. Das leere Siebtuch geht über Stellwalze $d$, Spannwalze $e$ und Walze $f$ auf den Cylinder $A$ zurück. Um Aufheben des Cylinders $A$ durch das gespannte Sieb $S$ zu hindern, werden seine Achsenlager $H$ auf beiden Seiten von Stellschrauben niedergehalten. Die Gautschwalze $B$ und die auf demselben Hebelarm sitzende Filzwalze können durch verstellbare Lager $L$ in die jeweils günstigste Lage gebracht und der Druck auf die Gautschpresse durch bei $G$ aufzulegende Gewichte nach Belieben vergrössert werden. Die Begrenzung und Aenderung des Formats erfolgt mit Ringen oder kurzen Schläuchen aus dünnem

Gummituch, die in Länge von $^2/_3$ des Cylinderumfangs und verschieden breit angefertigt sind, und durch Verschieben dieser Gummiringe auf dem Cylinder unter dem Langsieb. Das Cylinderuntersieb wird vom Spritzrohr *g* reingehalten, ein zweites Spritzrohr *i* reinigt das Langsieb von innen nach aussen. Das Papier geht auf dem Filz *F* durch die Presse *W W* und wird erst dort vom Arbeiter erfasst und weitergeführt.

Der Stoff gelangt aus der Stoffbütte *z* durch Rohr *h* in den Schöpfkasten *k*, aus dem er durch eine Schöpfeinrichtung *m n l v* in gezeichneter Weise in die

Fig. 791.



Rinne *O*, Einlauf *o'* und Knotenfang *R* gefördert wird. Das durch den Cylinder abfliessende Siebwasser geht durch Rohr *K* unmittelbar in den Schöpfkasten zurück.

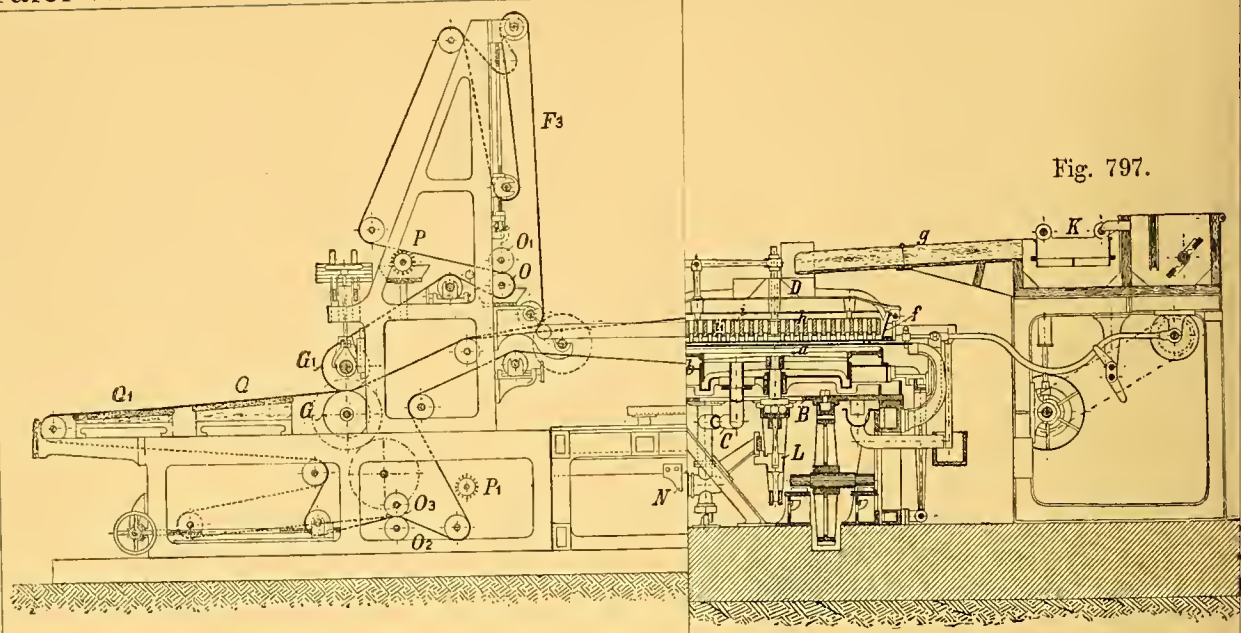
Die Gummibänder, mit welchen das Format auf dem Cylinder gebildet wird, vergrössern, wenn sie auch noch so dünn sind, den Durchmesser des Cylinders an beiden Seiten und bewirken, dass sich die Ränder des Siebes mehr strecken als der mittlere Theil. Von der hierdurch entstehenden Längsfalte rutscht der Stoff nach links und rechts ab, und es entstehen ungleich dicke Stellen im Papier. Auch die Naht des Siebes hält nicht lange, muss oft vernäht werden, lässt dann weniger Wasser durch und verursacht Brechen der Papierbahn.

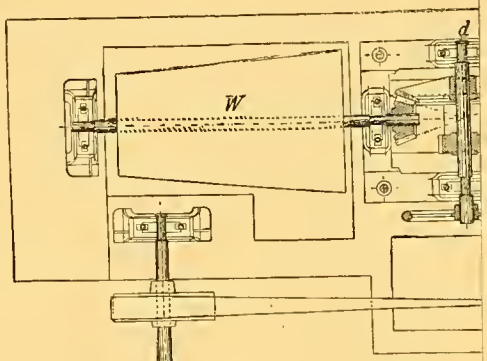
Die untere Presswalze *c* muss nackt bleiben, da der Stoff zu sehr am Sieb haften und weniger leicht vom Filz abgenommen würde, wenn sie, wie bei Langsiebmaschinen, mit Filzschlauch bekleidet wäre. Jede Formatänderung verursacht durch die neu verschobenen Gummiringe neue Falten im Sieb, welches überdies aus groben Drähten bestehen muss, um die starken Reibungen und Spannungen auszuhalten. Die groben Drähte machen Eindrücke ins Papier und hindern gute Verfilzung. Wenn auch das Papier auf dem Langsieb dieser Maschine mehr entwässert wird als auf einem Cylinder, so wird ihm doch weniger Wasser entzogen als auf dem Siebe iner Langsiebmaschine, und der Filz hat demnach die Aufgabe, die Papierbahn von erheblich mehr Wasser zu befreien als ihm die Langsiebmaschine zumuthet. Er wird desshalb rascher schmierig und muss öfter gewaschen und gewechselt werden. Dicke Papiere wurden auf diesen Maschinen ungleich schwer, und dünne konnte man nicht rasch genug arbeiten, weil der Stoff von einer gewissen Geschwindigkeit ab am Cylinder vom Sieb abrutschte.

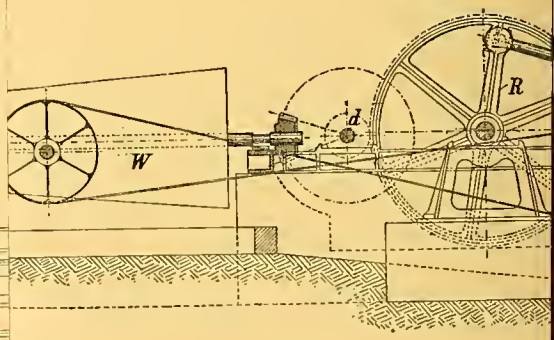
Der Knotenfangkasten sollte mit dem Stoffkasten *E* nicht direkt in Verbindung stehen, da die Schläge des Knotenfangs sonst die Bildung des Papierblatts so stören, dass es brüchig und unansehnlich wird. Bei dünnem Papier muss viel zäher Stoff zugesetzt werden, damit es alle diese Gefahren ohne Bruch über-

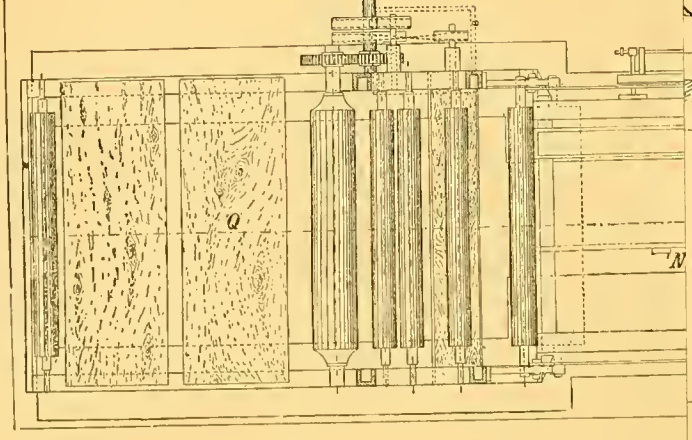
Tafel VI.

Fig. 797.



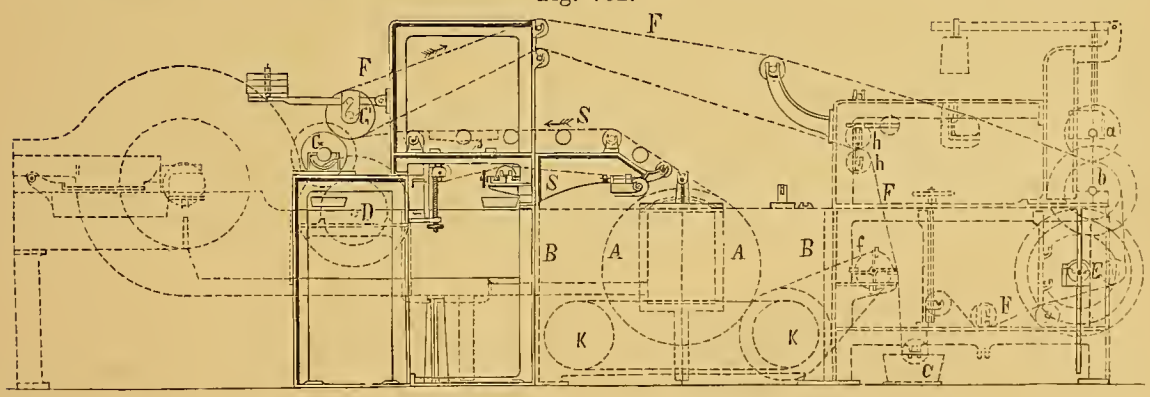



stehen kann, und man muss mit viel Wasser arbeiten, damit gute Durchsicht und Festigkeit erzielt werden. Dann kann aber die Pumpe all das ablaufende Wasser nicht mehr fassen, es läuft viel davon weg, und die darin befindlichen Fasern gehen ganz oder theilweise verloren. Diese zahlreichen Nachtheile werden davon nicht aufgewogen, dass das Papier ohne Mithilfe des Arbeiters vom Sieb auf den Filz und durch die erste Presse gelangt.

Die nach Ertheilung des Patents aufgestellten Stenger-Maschinen befriedigten desshalb ihre Besitzer zum Theil so wenig, dass sie dieselben wieder entfernten. Die Maschinenbau-Anstalt Golzern, welche solche Maschinen auf Wunsch lieferte, empfiehlt deren Einführung anstelle der Langsiebmaschine nicht. Die Maschine könnte höchstens zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit einfacher Cylindermaschinen, manchmal, besonders bei dicken Papieren, durch ihre verstärkte Wasserentziehung gute Dienste leisten. Fig. 792 zeigt, in welcher Weise der Umbau einer solchen Cylindermaschine in eine Stenger-Maschine ausgeführt werden könnte. Die Theile, welche sich an der gewöhnlichen Cylindermaschine finden, sind punktirt und nur die zugekommenen neuen Theile voll gezeichnet. Der Cylinder $A$ ist von einem Langsieb $S$ umhüllt, welches über den Sauger $s$ läuft und in der Gautschpresse $G\,G'$ die Papierbahn an den Filz $F$ abgiebt. Der Filz $F$ geht mit der Papierbahn wie gewöhnlich durch die Presse $a\,b$, wird in dem Trog $C$ mit Wasser getränkt und vom Schläger $f$ und den Presswalzen $h\,h$ entwässert. Zwei Quirle $K\,K$ halten den Stoff in der Bütte $B$ in Bewegung. Bei $D$ und $E$ sind die Triebwellen gelagert, welche durch Zahnräder und Riemen den Antrieb aller Theile übernehmen.

Fig. 792.




Dem Verfasser erscheint auch die Anwendung der Erfindung in solcher Weise unvortheilhaft, da sich die erwähnten Mängel nicht beseitigen lassen und den Betrieb kostspielig gestalten, abgesehen davon, dass das Fabrikat durch die Fehler der Bauart leidet. Der wesentliche Vorzug der Siebtische gegen die Siebcylinder ist, dass erstere in der Querrichtung geschüttelt werden, dass sich also die Fasern nicht nur längsweise, sondern auch quer legen, also ein Papier liefern, welches auch querdurch noch Festigkeit besitzt. Da aber das Sieb bei der Stenger-Maschine nicht geschüttelt werden kann, so bietet sie diesen Vortheil nicht, wohl aber so viele Nachtheile, dass die Cylindermaschine vortheilhafter erscheint. Will man mit letzterer mehr leisten, so ist es besser, ihr zwei Siebcylinder zu geben, oder den Cylinder kurzweg durch einen Siebtisch zu ersetzen.

Tafel VI.

Fig. 795.

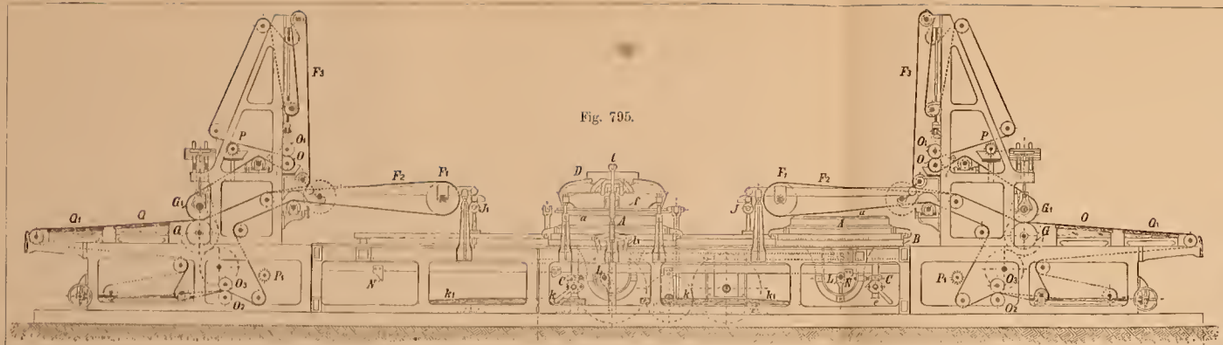


Fig. 796.

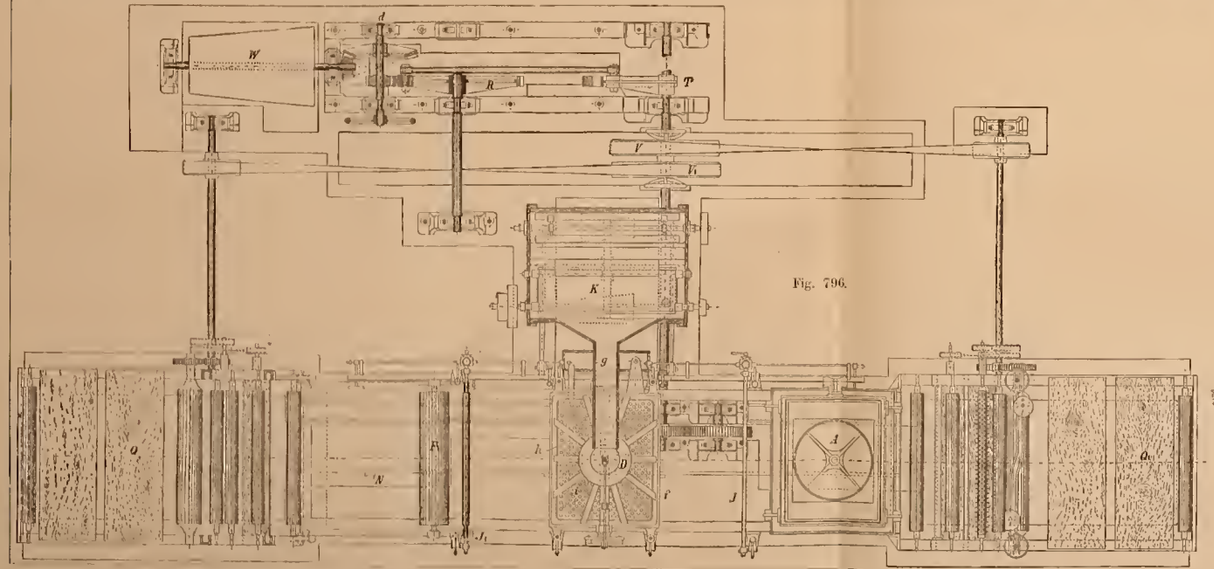


Fig. 797.

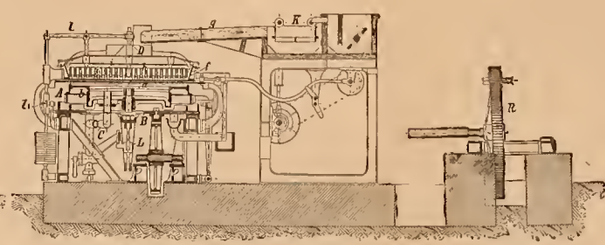


Fig. 798.

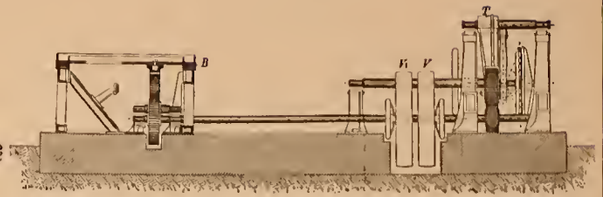
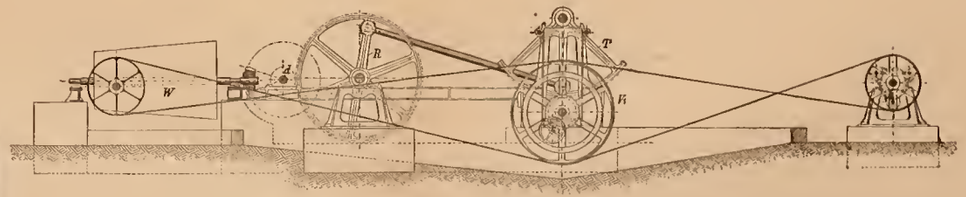


Fig. 799.



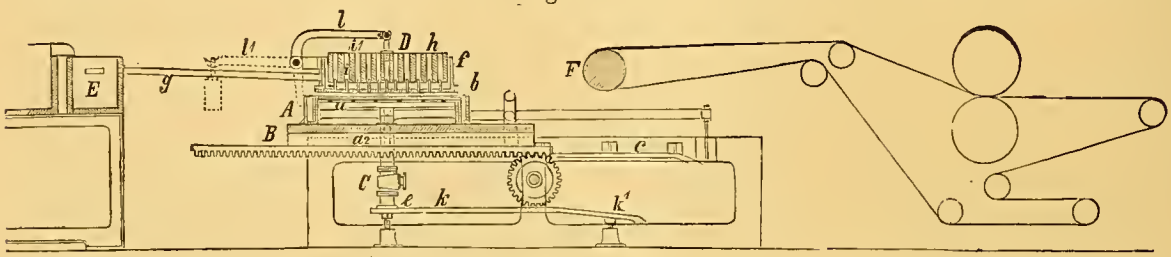
## d) BOGEN-PAPIERMASCHINEN.

**331. Bogenpapier.** Die Vorzüge, welche das in Formen geschöpfte oder Büttenpapier gegenüber dem auf der Maschine angefertigten besitzt, bestehen darin, dass es nach allen Richtungen gleich stark ist, und dass es grössere Festigkeit und Dehnbarkeit hat, weil es frei hängend an der Luft trocknet und sich dabei von allen Seiten zusammenzieht. Die Wasserzeichen lassen sich auch hübscher und an der gewünschten Stelle des Bogens anbringen. Da Büttenpapier wegen seiner Trocknung an der Luft durch die übliche Stoffleimung mit Harz nicht leimfest wird, so erhält es nach alter Weise thierische Leimung und damit in den Augen vieler Verbraucher einen weiteren Vorzug.

Viele Erfinder haben sich bemüht, Maschinen zur Erzeugung von Papier in Schöpfformen herzustellen. Im Jahre 1873 wurden dem Verfasser in der Maschinenfabrik von James Bertram & Sohn zu Edinburgh die Reste einer endlosen Kette gezeigt, welche vor vielen Jahren mit Schöpfformen besetzt war, die mechanisch mit Stoff gefüllt wurden und nach erfolgter genügender Entwässerung das gebildete Papier an einen Gautschfilz abgaben. Eine Einrichtung ähnlicher Art, bei welcher die Schöpfformen auch von zwei endlosen Ketten getragen werden, ist in der deutschen Patentschrift Nr. 14035 des Pierre A. Comte de Sparre in Paris gezeichnet und beschrieben. In der Weltausstellung zu Paris 1889 hatte die französische Staatsdruckerei die ausführliche Zeichnung einer eben solchen Maschine ausgestellt, aus der ersichtlich war, dass deren Bau und Betrieb mit ungeheuren Kosten verknüpft sein muss.

**332. Schöpfpapier-Maschine.** Herr Max Sembritzki, Direktor der Papierfabrik Schlöglmühl bei Gloggnitz in Nieder-Oesterreich, hat 1881 die unter Nr. 26580 in Deutschland patentirte Schöpfpapier-Maschine erfunden, welche von Escher Wyss & Co. in Zürich gebaut wird. Die Maschine, zu deren Erklärung

Fig. 793.

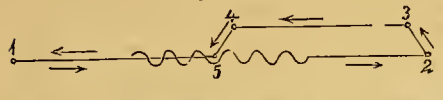



zunächst die Skizze Fig. 793 dienen soll, folgt in ihren Bewegungen genau denen des Büttgesellen. Jede der beiden beweglichen Schöpfformen erhält abwechselnd eine grössere Menge Stoff als zur Bildung eines Papierblattes nöthig ist, lässt den Ueberschuss über die Deckelränder abfliessen, entwässert und verfilzt den Rest durch beständiges Hin- und Herschütteln und gautscht den entstandenen Bogen mit einem Filze ab.

Die Schöpfform $A$ besteht aus dem mit Drahtsieb überzogenen Rahmen

$a$, welcher in dem viereckigen doppelwandigen Kasten vollkommen dicht schliessend auf und ab bewegt werden kann. Der auf das Sieb gelangte Stoff-Ueberfluss läuft über die innere niedrige Wandung des Kastens $b$ zwischen die beiden Kastenwandungen und von da in die Stoffbütte zurück. Die Form liegt auf einem Schlitten $B$, welchem durch eine Zahnstange und durch ein abwechselnd nach beiden Drehrichtungen getriebenes Rad eine hin- und hergehende Bewegung ertheilt wird, während die eigentliche Form, der Siebrahmen, an bestimmten Stellen gehoben und gesenkt wird, indem dessen Füsse $a_2$ auf seitlichen Führungsschienen $c$ gleiten. Während der Auswärtsbewegung werden der Schöpfform durch die Führung zwischen zwei in Rüttelbewegung befindlichen Schienen kleine Querschüttelbewegungen ertheilt.

Fig. 794.




Die schematische Fig. 794 zeigt die Bewegungen der Form. Bei 1 steht die Form still, um den Stoff von dem darüberliegenden Vertheiler aufzunehmen, zwischen 1 und 2 findet das Schütteln und Entwässern statt, zwischen 2 und 3 Hebung der Form und durch Absaugen weitere Entwässerung, zwischen 3 und 4 Abgautschen, zwischen 4 und 5 Senkung der Form, zwischen 5 und 1 Ausspritzen des Siebes und Fassung neuen Papierstoffs, sowie Rückkunft zur Vertheilungsstelle.

Der Vertheiler $D$ des Papierstoffes, Fig. 793, sorgt dafür, dass auf jede Stelle des Siebes gleich viel Stoff gelangt, und besteht aus dem festen Kasten $f$, der mittels Kanals $g$ in beständiger Verbindung mit dem Stoff-Behälter $E$ steht, und dem Schwimmer $h$, der sich im Kasten auf und ab bewegen kann. Im Boden des Kastens sind Röhrchen $i$ angebracht, welche in Höhlungen $i_1$ des Schwimmers $h$ dringen können, aber dabei genügenden Spielraum zum Durchgange des Papierstoffs lassen. Durch Senken des Schwimmers $h$ wird also Stoff verdrängt, der durch den erwähnten Spielraum zwischen $i$ und $i_1$ steigt, bis er sich über den Röhrchen $i$ befindet und durch diese auf das in diesem Zeitpunkte darunter befindliche Sieb der Form $a$ gelangt. Diese Senkung des Schwimmers wird erzielt durch Anstossen der mit dem Schlitten bewegten Schöpfform $A$ an den Hebel $l_1$, dessen Bewegung durch Hebel $l$ in eine Abwärtsbewegung des Schwimmers oder Verdrängers $h$ umgesetzt wird.

An den Boden des Kastens der Form ist ein Rohr $C$ angeschlossen, welches bei der Bewegung der Form mit seiner unteren Flansche auf der stellbaren Schiene $k$ gleitet. Wenn das Rohr $C$ auf den geneigten Theil $k_1$ gelangt, wird seine Oeffnung $e$ allmälig frei und lässt das vom Schöpfsiebe kommende Wasser austreten, wodurch eine der Wassersäulenhöhe entsprechende Saugwirkung entsteht. Diese Wirkung kann durch veränderte Neigung der Gleitschiene $k\,k_1$ und durch den Hahn $C$ geregelt werden. Zu noch weiterer Entwässerung hilft auch die kleine Aufwärtsbewegung der Form am Anfange des Rückganges. Die Form $a$ erhält für das Einfahren unter den Abnehmefilz eine solche Höhenlage, dass sie denselben unter der Gautschwalze $F$ berührt. Dadurch wird das feuchte Papierblatt von derselben abgehoben und auf endlosem Filz der Presse zugeführt.

Die auf Tafel VI in Figg. 795, 796, 797, 798, 799 dargestellte Doppelmaschine arbeitet derart, dass eine Form leer zurückgeht, während eine zweite frisch gefüllt ihren Lauf beginnt. Die beiden Formen sitzen an einem Schlitten

und führen beide für sich die beschriebenen Vorgänge aus. Der Vertheiler ist nur einmal vorhanden und in der Mitte der Maschine angeordnet.

Um das Ganzzeug von vornherein möglichst gleichmässig in den Kasten des Vertheilers gelangen zu lassen, ist über dem Schwimmer $h$ (Fig. 797) eine Schüssel $D$ (Fig. 796) mit 10 Kanälen als Vorvertheiler angebracht, welche das vom Knotenfang $K$ durch Rinne $g$ herkommende Ganzzeug aufnimmt und nach allen Richtungen hin gleichmässig in den Kasten des eigentlichen Vertheilers fliessen lässt. Unter dem Boden des Vertheilerkastens befindet sich noch eine Siebplatte, welche von der unter dem Knotensiebkasten angeordneten Schüttelvorrichtung eine seitliche Schüttelung erhält. Der in den Röhrchen $i$ herabfliessende Papierstoff gelangt erst durch diese Platte auf das darunter befindliche Formsieb $a$.

Die senkrechten Bewegungen der Formen werden hier von Kniegelenken $L$, welche beim Einfahren der Formen unter die Gautschwalzen $F_1$ durch feste Nasen $N$, Fig. 795, geschlossen werden, hervorgebracht. Auf dem Rückwege der Form zum Vertheiler öffnet eine zweite vorstehende Nase das Gelenk $L$ wieder.

Auf diesem Rückwege werden auch die Formen durch Spritzröhren $J$ $J_1$ gereinigt. Damit diese nur dann Wasser auf die Siebe abgeben, wenn letztere leer sind, werden die Hähne durch Schaltvorrichtungen des Schlittens gesteuert. Die Hähne und Spritzröhren sind überdies so gebaut, dass sie nicht nachtropfen können, womit ein Beflecken der sich bildenden Bogen ausgeschlossen ist. Da es nicht zweckmässig wäre, wenn die Gelenke $L$ den seitlichen Bewegungen des Wagens folgen müssten, sind dieselben mit dem Schlitten durch Bogen verbunden, welche in einem Becher 4 Kugeln tragen, auf denen der Wagen seitlich hin- und herrollen kann (Fig. 797).

Die Bauart der Presse, welcher der nasse Papierbogen zwischen den beiden endlosen Filztüchern $F_2$ $F_3$ zugeführt wird, lässt sich aus Fig. 795 erkennen. $G$ $G_1$ sind Gummipresswalzen, welche nach Belieben belastet werden können; $O$ $O_1$ sind Filzwaschwalzen für die Oberfilze, $O_2$ $O_3$ dergleichen für die Unterfilze. Die unter den Waschwalzen angebrachten Tröge dienen dazu, die vom Filztuch abfliessenden Spritzwasser aufzufangen und seitlich abzuleiten. $P$ $P_1$ sind Abstreichbürsten für Ober- und Unterfilz. Unter den Bürsten für den Oberfilz sind zudem Tröge zur Aufnahme des Abraumes angeordnet. Die übrigen Filzleit-, Regel- und Spannwalzen sind mit Kupfer überzogen. Die gepressten Bogen werden von den Tischen $Q$ $Q_1$ an den Enden der Maschine von Hand abgehoben und zur Trocknung gebracht.

Der Antrieb der Maschine ist aus den Figuren 796 und 799 ersichtlich. Der Antriebkegel $W$ treibt mittels eines Winkelräderpaares die Vorgelegewelle $d$; ein auf dieser Welle sitzendes Stirnrad greift in das Kurbelrad $R$. Dieses letztere bewegt durch Lenkstange den Zahnbogen $T$, welcher demzufolge hin- und herschwingt und diese vor- und rückgehende Bewegung auf ein in ihn greifendes Zahnrad überträgt, von welchem aus die Schlittenbewegungen abgeleitet sind.

Jede Presse $G$ $G_1$ kommt jeweilig nur in Bewegung, wenn der ihr zugetheilte Schlitten seinen Rückweg von der Presse gegen den Vertheiler hin nimmt, also während die Gautschwalze einen nassen Papierbogen von der Form abhebt. Beim Auswärtsgleiten des Schlittens gegen die Presse hin bleibt letztere stillstehen. Dieser Stillstand gewährt den Arbeitern die zum Abheben (Auslegen) der feuchten

Bogen erforderliche Zeit. Zu diesem Zwecke sind die ausdehnbaren Riemscheiben $VV_1$, Figg. 796 u. 798, lose und werden nur bei der entsprechenden Drehungsrichtung mit der Presse durch ein Sperrrad mit federnder Klinke gekuppelt.

Die Abmessungen der Formen bewegen sich gewöhnlich zwischen $80 \times 80$ und $100 \times 120$ cm. Diese Grenzen enthalten alle gangbarsten Bogengrössen (Formate). Bogen kleinerer oder verschiedener Formate werden auf der Form durch aufgenähte Schneiddrähte abgetrennt. Die Filze $F_2$ und $F_3$ nehmen dann bei jedem Abgautschen mehrere Bogen gleichzeitig von der Form.

Jede Form schöpft in der Minute je nach der Stärke des Papiers zwei- bis viermal. Die einfache Maschine braucht 1 Maschinenführer, 2 Jungen oder Mädchen zum Abheben der Bogen; die doppelte braucht zwei Mädchen mehr, weil das Papier zu beiden Seiten herauskommt. Bei Maschinen, welche grosse Bestellungen, z. B. Stempelpapier usw., arbeiten, kann ein Maschinenführer gut 2 Doppelmaschinen leiten.

Da die Maschine die Bewegung des Schöpfrahmens in der Hand des Büttgesellen beinahe genau nachmacht, so muss sie auch ein nahezu gleiches Erzeugniss liefern. Die Regelmässigkeit der mechanischen Bewegungen bewirkt sogar grössere Gleichmässigkeit des Papiers, als von dem der Ermüdung und allerhand sonstigen Einflüssen ausgesetzten Büttenarbeiter erwartet werden kann. Erhabene und vertiefte Musterungen der Schöpfformen treten in dem fertigen Papier mit Schärfe und Klarheit hervor. Ein Vortheil der Maschinen ist ferner, dass die Grösse der Formen nicht durch die Armlänge und Körperkraft der Arbeiter beschränkt ist, wie bei der Büttenarbeit.

Die Abmessungen der Schöpfform werden mit Rücksicht auf das Format der zu schöpfenden Bogen so gewählt, dass man mit aufgenähten Schneide-Drähten eine Eintheilung ohne Rest leicht bewirken kann. Es ist indess vortheilhaft, die Form etwas zu gross zu machen und den ringsum entstehenden Schöpfrand als schmalen Papier-Streifen durch einen Schneide-Draht abzutrennen. Man braucht dann nicht jedesmal andre Formen anzuschaffen und einzuheben, wenn die zum Zusammenschrumpfen mehr oder weniger geneigte Art des Papierstoffes andern Raum für den nassen Bogen auf der Form verlangt. Man hat nur die Schneide-Drähte zu versetzen, um damit schmälere oder breitere Ränder abzutrennen, die sich im Holländer leicht auflösen und wieder verarbeiten lassen.

In einer Fabrik wurden die mit dieser Maschine bei schnellem Gang geschöpften Bogen auf dem vorderen Theile der sich gegen die Presse bewegenden Form etwas dünner als auf dem hintern Theil der Form. Dies rührte daher, dass man die Weisung des Erfinders, die Form vorn um einige Millimeter tiefer zu stellen und dadurch vorn mit einer etwas höheren Stoffschicht zu füllen als hinten, nicht befolgt hatte. Die flüssige, auf die stillstehende Form geströmte Papiermasse hat die Neigung, in ihrem Zustand der Ruhe zu beharren, wenn die Form den Weg zur Presse beginnt. Dadurch entsteht eine leichte wellenförmige Bewegung und mit ihr ein gewisses Zurückstauen des flüssigen Stoffes auf der Form. Diese Neigung zu ungleicher Anhäufung des Stoffes wird durch nach vorn geneigte Lage der Form ausgeglichen.

Die erste Sembritzki'sche Maschine war eine einfache und wurde 1881 in der Papierfabrik Schlöglmühl gebaut und in Betrieb gesetzt. Escher Wyss & Co. erkauften 1882 das Recht der Ausführung und Verwerthung für alle Industriestaaten.

Infolge wechselseitigen Gedanken-Austausches verbesserten Erfinder und Maschinenbauer die Maschine durch Anwendung von zwei beweglichen Formen.

Hierdurch und durch die Vergrösserung der Fläche der Schöpfformen stieg die Leistung so hoch, dass eine Doppelmaschine die Arbeit von 8 Bütten mit 24 Papiermachern ersetzt und an Arbeitslohn eine Ersparniss von etwa 80 pCt. erzielt. Die erste solche Doppelmaschine wurde von Herren Morel, Bercioux et Masure in Arches bei Epinal in Frankreich, aufgestellt. Dann erhielt die Kais. Expedition der Staatspapiere in St. Petersburg in schneller Folge zwei Maschinen, und die München-Dachauer Aktiengesellschaft für Papierfabrikation erbaute in der Münchener Vorstadt Au eine neue Schöpfmaschinenpapierfabrik mit zwei Doppelmaschinen. In England leistete der streng organisirte Verband der Handpapiermacher der Einführung der Sembritzki'schen Maschine einige Jahre erfolgreichen Widerstand. Seit 1890 arbeitet auch dort in der neuerbauten Fabrik der Herren Turner Symons & Co. in Tuckenhay eine Doppelmaschine vorzügliche Schöpfpapiere. Die Gleichmässigkeit der einzelnen Bogen im Format und in der Dicke entspricht allen Anforderungen.

Die Rippung sowie die Wasserzeichen mit ihren Erhabenheiten, Vertiefungen uud Schattirungen werden von den Formen so vollkommen in das Papierblatt eingearbeitet, dass ihre Klarheit und Schärfe von keiner Handarbeit übertroffen werden kann.

Eine Reihe von Versuchen hat gezeigt, dass die eigenthümliche Arbeitsweise der Maschine von sehr günstigem Einfluss auf die mechanisch-technischen Eigenschaften des Fabrikates ist. Reisslänge und Dehnung sind bei den auf derselben hergestellten Papieren nicht nur sehr gross, sondern auch nach beiden Richtungen des Bogens fast gleich oder doch viel weniger verschieden als bei gewöhnlichen Maschinenpapieren.

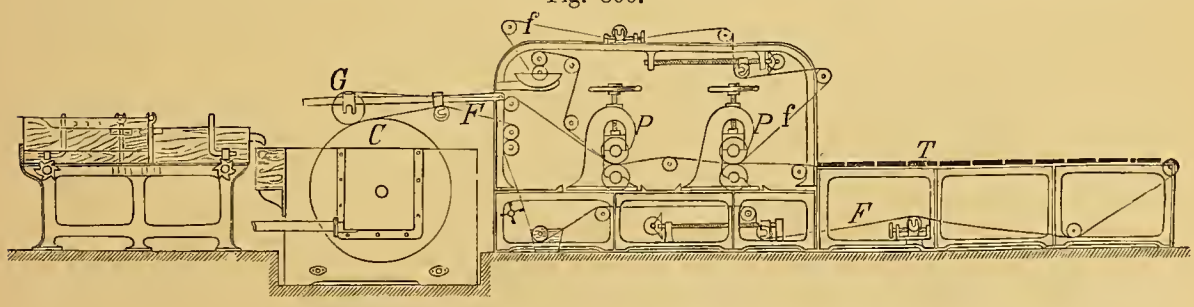
Das auf solchen Maschinen hergestellte Papier muss wie das von Hand geschöpfte thierisch geleimt, umgelegt, nachgepresst, getrocknet und geglättet werden. Wenn die Maschine daher auch die zunftmässigen Büttenarbeiter entbehrlich macht, so sind zur Herstellung des Ganzzeugs und besonders für das nachherige Umlegen, Nachpressen, Leimen und Trocknen doch tüchtige Papiermacher erforderlich. Durch alle diese Arbeiten wird das Schöpfmaschinenpapier auch immer noch erheblich theurer als endlos geleimtes und getrocknetes. Es wäre desshalb sehr gewagt, wenn man eine grosse Zahl solcher Schöpfmaschinen aufstellen wollte, weil es fraglich ist, ob der Markt das damit angefertigte Papier aufnehmen würde. Für solche neuen theuren Papiere müssen erst neue Verwendungszwecke gefunden werden. Nur langsam und allmälig wird es gelingen, die Verbraucher an die neuen Sorten zu gewöhnen und sie ohne Preisschleuderei einzubürgern.

**332. Bogen-Papiermaschine.** Das Kennzeichen und besondere Merkmal des Büttenpapiers sind in den Augen der Verbraucher hauptsächlich reine rauhe Ränder im Gegensatz zu den ringsum scharf beschnittenen Rändern des Maschinenpapiers. Die sachverständigeren Verbraucher prüfen häufig auch das Wasserzeichen, um sich zu überzeugen, ob sie es mit auf der Maschine angefertigtem oder mit Büttenpapier zu thun haben. Die anderen Verschiedenheiten, besonders die grössere gleichmässigere Festigkeit und Dehnbarkeit des Büttenpapiers sind nicht äusserlich wahrnehmbar und entziehen sich vielfach auch der Erkenntniss Sachverständiger.

In Italien suchte man desshalb auf der Papiermaschine Bogen mit rauhen Schöpfrändern anzufertigen, welche sich erheblich billiger als geschöpfte stellen, von den Verbrauchern aber als solche gekauft würden. Dies gelang mit der Cylindermaschine. Die Breite des Papiers, welches sich auf dem Sieb des Cylinders bilden soll, wird, wie Seite 856 erklärt, stets dadurch bestimmt, dass man nur die gewünschte Siebbreite frei lässt und die auf beiden Seiten übrigen Theile des Siebes mit darüber gelegten Bändern aus Gummi oder Gewebe bedeckt. Wo das Papier an den Gummi oder das Gewebe anschliesst, hat es nach der Trocknung rauhe Ränder. Diese bekannte Thatsache führte dazu, dass man die ganze Siebcylinder-Fläche mit längs und quer aufgelegten schmalen Streifen der erwähnten Art in Felder von der Grösse der gewünschten Bogen theilte. Früher stellte man die Streifen mit warmem Wachs unmittelbar auf dem Sieb her. Um aber die Formate leichter ändern zu können, ersetzte man die Wachsstreifen durch mit Wachs getränkte Baumwollstreifen. Direktor Nodari, in der Fabrik von Vonwiller & Co. in Romagnano Sesia, Italien, benutzt dünnes, aber dichtes, auf einer Seite mit Kautschuk überzogenes Gewebe, »Gummituch«, welches sich besser bewährt und länger aushält als selbst gewachstes Gewebe oder käufliches Wachstuch. Die Streifen werden mit etwa 1 cm langen Stichen aus feinem Messingdraht auf das Sieb genäht.

Eine von Theodor Bell & Cie in Kriens bei Luzern gebaute Maschine dieser Art ist in Fig. 800 skizzirt. Die auf dem Cylindersieb *C* zwischen aufgelegten Streifen entstandenen Bogen werden von dem um Gautschwalze *G* laufenden Filz *F* wie gewöhnlich abgenommen. Der Filz *F* ist nur viel länger als sonst, da er die Bogen durch beide Pressen *P* und auf den Tisch *T* zu führen hat, wo sie abgenommen werden. Ein durch beide Pressen gehender Oberfilz *f* fördert die Entwässerung und verhindert das Anhängen der Bogen an den oberen Presswalzen. Soll das Papier mit Wasserzeichen versehen sein, so näht oder löthet man diese mit Draht so auf das Sieb, dass sie an die richtigen Stellen der Bogen kommen.

Fig. 800.




Die von der Maschine genommenen Bogen werden nach Bedarf noch thierisch geleimt und zum Trocknen aufgehängt. Sie behalten also ihre rauhen Ränder, schrumpfen beim Trocknen ein und lassen sich von wirklichem Büttenpapier kaum oder garnicht unterscheiden. Verfasser hat 1883 in der italienischen Fabrik von Ercole Maffioretti & Socii bei Omegna am Orta-See eine solche Maschine gesehen, und das Verfahren hat seitdem weitere Verbreitung erlangt. Es wurden auch schon mehrfach Versuche gemacht, Bogen auf dem Langsieb herzustellen, dieselben hatten aber keinen Erfolg.

# THEIL VI.

## LEIMUNG IM BOGEN *(MIT THIERISCHEM LEIM).*

**333. Bereitung des Leims.** Das englische und amerikanische Schreibpapier ist grösstentheils mit thierischem Leim überzogen, welcher jetzt noch in wesentlich derselben Weise wie vor vielen Jahren zubereitet wird. Die Papierfabrikanten fertigen die Leimlösung gewöhnlich in unmittelbarer Nähe des Raumes an, wo sie verwendet werden soll, meistens in einem Zimmer neben der Papiermaschine und, wo diese eine Treppe hoch aufgestellt ist, im Erdgeschoss unter ihr.

Die Gallerte, welche wir Leim nennen, wird aus den Muskelfasern, Häuten, Sehnen, Flechsen, Knorpeln von Thieren gewonnen, und auch in Knochen macht sie die Hälfte des Gewichtes aus. Sie ist schwerer als Wasser, geschmack-, geruch- und farblos, weder sauer noch alkalisch, sehr löslich in heissem, aber nur schwer löslich in kaltem Wasser. Wenn zwei und ein halb Theile in hundert Theilen warmen Wassers gelöst sind, gerinnt die Flüssigkeit beim Abkühlen. Diese geronnene Gallerte wird sehr leicht, besonders im Sommer in wenigen Tagen sauer, verflüssigt sich und weist nach kurzer Zeit schon alle Kennzeichen der faulen Gährung auf. Als das Eigenartige des Leimguts bezeichnet Ferdinand Jagenberg in seiner 1878 bei Springer, Berlin, erschienenen Schrift „Die thierische Leimung für endloses Papier“, dass es bei langem Kochen mit Wasser gelöst wird, dass die Lösung, wenn sie nicht allzu verdünnt ist, beim Erkalten zu einer weichen elastischen zitternden Masse erstarrt, die beim Erwärmen sich wieder verflüssigt, beim Erkalten wieder „gesteht“.

Der Papierfabrikant gewinnt den Leim aus Abfällen von Häuten, Pergament, Handschuhen, Knorpel, Hufen und Ohren von Ochsen, Pferden, Schafen, Kälbern u. dergl. Es sind hauptsächlich die in den Gerbereien abfallenden Endstücke, Ohren, Kopf, Schwanz und Fusshäute, Abfälle der Weissgerberei und Pergamentbereitung sowie Häute, die sich nicht zum Gerben eignen, wie Hasen- oder Kaninchenbälge, oder zu Verpackungen gedient haben. Nur die besten Hautabfälle dienen zur Leimung besten Briefpapiers, zu den geringeren Sorten verwendet man billigere Rohstoffe. Sie werden zuerst mehrere Tage lang in grossen hölzernen Bottichen mit Wasser eingeweicht und dann in einen hölzernen Waschcylinder von 120 bis 180 cm Durchmesser und etwa 3 m Länge gefüllt, welcher bis zur Achse in einen mit Wasser gefüllten Trog taucht und von einer Riemscheibe um seine waagrechte Achse gedreht wird. Ein Strom frischen kalten Wassers fliesst fortwährend von der siebartig durchlöcherten hohlen Welle zu und durch zahlreiche Löcher der Oberfläche ab. Eines der durchlöcherten Bretter, welche diese Oberfläche bilden, ist mit Scharnieren befestigt und dient zum Füllen und Entleeren.

Manche Händler benutzen die Eigenschaft des Leimguts leicht Wasser aufzunehmen zur Erhöhung des Gewichts. Man muss desshalb beim Einkauf darauf achten, dass die Rohstoffe möglichst wenig Verunreinigungen enthalten und besonders kein Wasser, weil durch dieses leicht Fäulniss erregt und die ganze Menge verdorben wird. Aus gleichem Grunde müssen die Stoffe in trockenen Räumen aufbewahrt werden.

Anstelle des oben erwähnten in Amerika üblichen Waschens in Trommeln beschreibt Jagenberg eine Reinigung, die der von Lumpen ähnlich ist. Man lässt danach mindestens 500 kg Leimgut, d. h. so viel als zu einer Kochung gehört, in einer grossen Bütte, durchweg mit kaltem Wasser bedeckt, $1^1/_2$ bis 2 Tage stehen, rückt dann einen Siebtisch nach Art der zum Sortiren von Lumpen dienenden heran und lässt die erste Reinigung von zwei Arbeitern vornehmen. Während der eine das Leimgut auf den Tisch wirft, wäscht es der andere unter beständig auffliessendem Wasser, zerschneidet die übergrossen Stücke und entfernt die ungeeigneten Theile, wie Nägel, gegerbtes Leder, Porzellan, Bindfaden, Lumpen, Papier usw. Nach diesem Waschen bringen die Arbeiter das Leimgut wieder in die Bütte, giessen frisches kaltes Wasser auf und setzen auf 500 kg Leimgut etwa 25 kg Salpetersäure zu, welche den anhaftenden Kalk lösen und noch weiteres Aufquellen veranlassen soll. Wenn das Leimgut genügend gequollen ist, wird es nochmals mit reinem Wasser gewaschen, in die Küche gebracht und durch neue Rohstoffe ersetzt.

Wie wichtig die richtige Auswahl und Reinheit des Rohstoffes ist, erhellt daraus, dass derselbe nach Jagenberg folgende Ergebnisse liefert:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Rohe Häute . . . . . | bis | 50 pCt. | Leim |
| Abfall aus Weissgerbereien | „ | 45 „ | „ |
| Suronen, Hasenfelle usw. . | „ | 40 „ | „ |
| gemischtes Leimgut häufig | nur | 25 „ | „ |

Zum Ausziehen des Leimes werden die gewaschenen Abfälle in Amerika in einen Bottich von 180 bis 240 cm Durchmesser gegeben, der aus Holz oder verzinntem Eisenblech gebaut und mit einem durchlöcherten doppelten Boden versehen ist. Dampf wird unter diesen doppelten Boden durch zahlreiche Löcher eines Schlangenrohrs geleitet und auf diese Weise verhindert, direkt mit den Rohstoffen in Berührung zu kommen. Das Wasser darf nicht bis zum Kochen, sondern nur auf 82 bis 90° C. erhitzt werden und wird 12 bis 18 Stunden lang auf dieser Temperatur erhalten. Die so bereitete Leimlösung wird beim Ablassen in tiefer stehende Bottiche filtrirt oder gesiebt, damit Hautstücke und andere ungelöste Bestandtheile und Verunreinigungen zurückbleiben. Zu diesem Zwecke wird gewöhnlich ein hölzerner Kanal von 20 bis 30 cm Breite senkrecht an der inneren Wandung des Bottichs, besser aber waagrecht auf dem festen Boden und über den doppelten herausragend, befestigt. Die Bretter, aus welchen der Kanal besteht, sind siebartig durchlöchert, und sein innerer Raum ist mit reinem Roggenstroh angefüllt, durch welches die Lösung sickern muss, um in das Abflussrohr zu gelangen. Aus diesem Rohr darf sie auch nicht in die als Vorrathsbehälter dienenden Bottiche fliessen, ohne nochmals durch einen an die Mündung gebundenen Flanellsack zu filtriren. Ein erfahrener amerikanischer Fabrikant fand, dass die Lösung

von der Farbe des zum Filtriren dienenden Strohes etwas aufnimmt; er ersetzt es desshalb durch *Ginghamzeug*.

Zwei, drei und sogar vier Auszüge werden von demselben Rohstoffe gemacht, und es ist desshalb nicht möglich, die Wassermenge und Zeitdauer, welche zur völligen Erschöpfung einer bestimmten Menge desselben nöthig ist, mit genauen Zahlen anzugeben. Wenn nur alle Gallerte in gereinigtem und sonst gutem Zustande ausgezogen ist, so bleibt es sich gleich, wie dabei verfahren wurde.

Die verschiedenen Auszüge werden in den Vorrathsbottichen mit einander vermischt und erhalten einen Zusatz von Alaun, der stark genug sein soll, um aus dem Geschmack der Leimlösung erkannt zu werden. Der Zweck dieses Alaunzusatzes ist hauptsächlich, die Gährung und Zersetzung der Gallerte zu verhindern, und da diese um so leichter eintritt, je höher die Temperatur ist, so muss im Sommer mehr Alaun als im Winter genommen werden. Sobald sich die Lösungen in den Vorrathsbottichen abkühlen, gerinnen sie und bilden gallertartig feste Massen, welche dann zum Gebrauche fertig sind.

Während der Leimsieder den Leim mit einmaligem tüchtigem Abkochen auszieht, empfiehlt Ferd. Jagenberg den Papiermachern, nicht über 38 bis 75° C. dabei anzuwenden, um reine klare Gallerte zu erhalten. Je grösser die Hitze und je länger die Einwirkung, desto mehr Verunreinigungen und Fasern gelangen in den Leim. Dies führt dazu, dass man das Leimgut, um es völlig auszunützen, einer Reihe von Abkochungen bei steigender Temperatur unterwirft. Macht man nach Jagenberg neun solche Auszüge, und zwar die drei ersten bei 38 bis 50° C. und 18 Stunden Dauer, so erhält man wasserhellen Leim, die drei folgenden Auszüge bei 24 Stunden und 50 bis 60° C. liefern gelben und die drei letzten bei 48 Stunden und 75° C. braunen Leim. Es hängt von der Feinheit der zu leimenden Papiere ab, welche Auszüge dazu verwendet werden sollen. Jagenberg erhielt aus 500 kg Leimgut in neun Kochungen je 900 bis 1000 kg und im ganzen etwa 8000 l Gallerte.

Viele Leimsieder kochen den Leim in kupfernem Kessel über freiem Feuer, dessen Verbrennungsgase einen höher gelegenen zweiten Kessel umspielen, worin das zum Ausziehen dienende Wasser vorgewärmt wird. Hiermit kann allerdings rasch und kräftig gekocht, aber nur schwierig die niedrige Temperatur eingehalten werden, welche der Papiermacher braucht. Jagenberg zieht desshalb kupferne Kessel mit halbkugelförmigem Boden und eisernem Dampfmantel der zur Lösung von Harz dienenden Art vor, hat aber die besten Ergebnisse mit einem hölzernen Bottich erzielt, unter dessen doppeltem Boden zwei 10 cm weite kupferne Dampfröhren durchgehen.

In Amerika sind zur Bereitung des Leims für das aus 50 kg Hadern fabrizirte, mittelstarke Papier etwa 5 bis 10 kg Hautabfälle oder Knorpel — je nach ihrer Qualität — erforderlich. In einer der besten dortigen Fabriken z. B. werden zum Leimen eines sehr guten Kanzlei- *(flat cap)* Papiers für jedes 50 kg Hadern 7 kg Hautabfälle und Knorpel zweiter Sorte drei Tage lang in Wasser eingeweicht und dann gewaschen. In den folgenden 36 Stunden werden zwei Auszüge von diesem Rohstoff gemacht, filtrirt und in Vorrathsbottiche abgelassen.

Die besten Hautabfälle lösen sich, wie dem Verfasser versichert wurde, so

vollständig auf und enthalten so viel Gallerte, dass kaum fünf Prozent ungelöste Masse zurückbleiben, nachdem die Auszüge gemacht sind.

Die Bereitung des Leims erfordert, trotz ihrer scheinbaren Einfachheit, Erfahrung und Einsicht. Besonders der Rohstoff muss sorgfältig ausgewählt werden, damit keine Theile mit eingemischt werden, welche von Gährung oder Fäulniss angesteckt sind und solche der ganzen Masse mittheilen könnten. Besteht der Rohstoff aus grossen Stücken, so müssen sie zerkleinert werden. Der fabrikmässig dargestellte und in Täfelchen käufliche Leim wird von den Papierfabrikanten nicht verwendet, weil sie bessere Waare brauchen als ihnen fertig geliefert wird, und weil etwaige Mängel des Fabrikats in dieser Form sehr schwer erkennbar sind.

Bei sehr feinen Papieren ist es von Wichtigkeit, dass ihre Farbe nicht durch eine gelbliche oder braune Leimlösung geschädigt werde, dass also der Leim möglichst farblos oder weiss sei. Man hat vielfach, aber erfolglos, versucht, die Gallerte zu bleichen und muss sich nach wie vor auf eine sorgfältige Auswahl der Rohstoffe beschränken; so verwendet z. B. eine englische Banknotenpapierfabrik nicht einmal Hautabfälle, sondern ausschliesslich Ochsenflechsen, da diese einen sehr hellen klaren Leim ergeben.

**334 Leimlösung.** Wird eine Leimlösung gebraucht, so löst man die vorräthige Gallerte in einem mit Dampfrohr versehenen Bottich mit einer Menge lauwarmen Wassers, welche gewöhnlich etwa einem Drittheil bis zur Hälfte ihres eigenen Umfangs gleichkommt. Das Maassverhältniss des Wassers zur Gallerte, d. i. die Konzentration des Leimes, muss für Papier von verschiedenem Stoff und Gewicht verschieden bemessen werden; schwache Fasern und dünnes Papier brauchen z. B. eine dichtere Lösung als starke Fasern und dickes Papier. 50 kg dünnes Papier können eine doppelte oder drei Mal so grosse Oberfläche haben als dieselbe Gewichtsmenge einer dickeren Sorte und werden auch sehr verschiedene Mengen Leim beanspruchen; überhaupt richtet sich die Menge des erforderlichen Leimes mehr nach der Oberfläche als nach dem Gewicht des Papiers. Jagenberg empfiehlt, den Leim wenn möglich mit so viel Wasser auszuziehen, dass er ohne Verdünnung für das zu leimende Papier geeignet ist.

Soll der Leim verwendet werden, so muss man ihn durch Erwärmen wieder lösen, und dies geschieht am besten in hölzernen Bottichen, durch welche am Boden ein etwa 10 cm weites kupfernes Dampfrohr gelegt ist. Zu ununterbrochener Arbeit stellt man zwei derselben auf, damit aus dem einen fertige Lösung entnommen werden kann, während solche im andern zubereitet wird. Jagenberg benutzte zu täglichem Leimen von 4—5000 kg Papier zwei Bütten von je 350 l Inhalt. Wollte man den Leimauszug unmittelbar verwenden, ohne ihn erstarren zu lassen und wieder zu lösen, so könnte man nicht beurtheilen, ob derselbe die richtige Beschaffenheit hat, da sich dies nur an dem festen Leim und auf Grund reicher Erfahrung feststellen lässt.

In dem verflüssigten Leim wird die zur Beseitigung der Klebrigkeit erforderliche Menge Alaun oder Zinkvitriol (schwefelsaures Zink) gelöst. Wenn das durch Leim gegangene Papier in der Maschine stark gepresst wird, bleiben häufig Fäserchen an der Presswalze hängen, an welche sich andere ansetzen und so Klümpchen bilden, die Eindrücke im Papier verursachen, dasselbe also verderben. In solchen

Fällen ist der Leim zu klebrig und muss mit mehr Alaun versetzt werden. Durch sorgfältige Beobachtung und Erfahrung findet man mit der Zeit den Mindestbedarf von Alaun. Jagenberg brauchte 6 kg Alaun für jede Leimbütte von 350 l Inhalt und fügte nöthigenfalls noch $^1/_2$ bis 1 kg mehr zu.

Für feine Papiere, die Glätte, Glanz und milchweisse Farbe erhalten sollen, fügt man obigem Leim, wie in der ersten Ausgabe dieses Buches gesagt, weisse Seife zu, durch welche der Glanz erhöht und die gelbliche Farbe des Leims gedeckt wird. Jagenberg fügte in der Leimbütte ausser den 6 kg Alaun noch 5 kg harte Natronseife zu.

Je heisser die Leimlösung zur Verwendung kommt, desto dünnflüssiger ist sie, und um so kräftiger dringt sie in das Papier oder in dessen Poren ein. Dünne feine Papiere brauchen desshalb höher erwärmten Leim, und gröbere stärkere können sich mit niedrigerer Temperatur begnügen. Die Grenzen liegen nach Jagenberg zwischen 38 und 75°C.

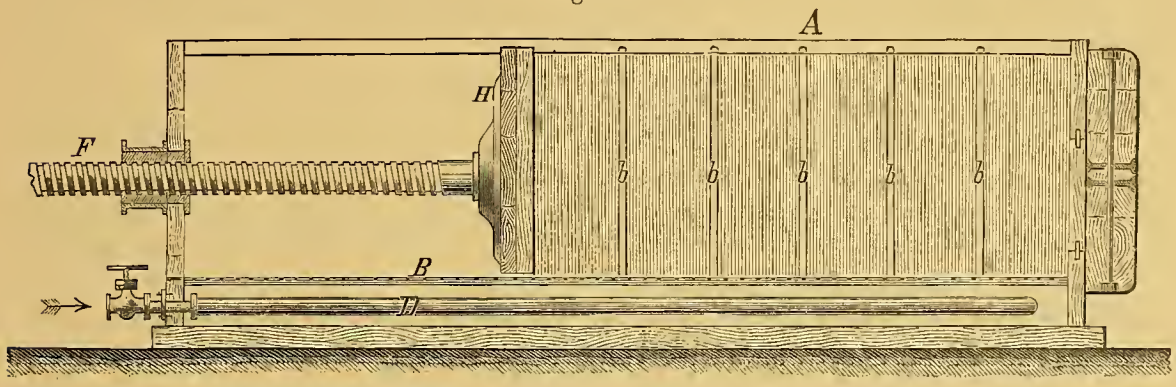
Eine Pumpe, welche von dem Vorgelege der Papiermaschine getrieben wird, befördert die Leimlösung in einen kleinen Behälter auf der Triebseite, und von diesem aus wird der Trog gespeist, worin das Papier getränkt wird. Ein am Ausfluss angebundener Filtrirsack hält etwaige Verunreinigungen zurück. Damit sich die Lösung in diesem Troge stets auf gleicher Höhe erhalte, muss der mit ihm durch Röhren verbundene kleine Behälter mit einem Ueberlauf versehen sein, welcher die überschüssige Flüssigkeit in den zum Lösen dienenden Bottich zurückführt.

**335. Verwendung der Leimlösung.** Bei der Fabrikation von Handpapier werden die Bogen in die Leimlösung getaucht, aufeinandergelegt und gepresst, damit die Lösung Gelegenheit finde, das Papier ganz zu durchdringen. Zum Ersatz des Eintauchens des einzelnen Bogens von Hand hat ein englischer Papierfabrikant auf einem grossen, aber flachen Leimbehälter eine aus zwei Walzen bestehende Presse aufgestellt, zwischen welcher ein oberer und ein unterer Filz durchläuft. Die Walzen sind so tief gelegt, dass sich ihre Berührungslinie innerhalb der Leimlösung befindet, und auch beide Filze werden durch dieselbe geführt. Die Bogen werden an einem Ende auf den unteren Filz gelegt und am andern abgenommen, dann wie üblich aufeinander gelegt und später zum Trocknen aufgehängt. Man hat gefunden, dass das in der beschriebenen Vorrichtung mit Leim genässte Papier dem von Hand eingetauchten etwas nachsteht, und wird dadurch zu dem Schlusse geführt, dass man bei höchst feinen Handpapieren nicht die geringste Verrichtung ungestraft durch mechanische Einrichtung ersetzen kann. Der Unterschied ist auch erklärlich, wenn man bedenkt, dass der Büttgesell das Papier mehrmals in die Leimlösung taucht und nach Erfordern länger oder kürzer darin lässt, und der Presser es dann längere Zeit und verschieden gelegt dem Druck einer Presse aussetzt, wobei es Gelegenheit findet, die Leimlösung gleichmässig in sich aufzunehmen. Das mit der beschriebenen Einrichtung geleimte Papier geht dagegen nur einmal durch die Walzenpresse, welche die Leimlösung in so kurzer Zeit nicht so gründlich in das Papier drängen kann.

Herr Corrado Nodari hat in der von ihm geleiteten Papierfabrik des Hauses Vonwiller & Co. in Romagnano Sesia bei Mailand den in Figg. 801 und 802 in 1:25 der wahren Grösse in Aufriss-Durchschnitt und Grundriss dargestellten Leimtrog mit Presse erdacht und gebaut.

Man stellt die Bogen, welche geleimt werden sollen, senkrecht in den hölzernen Leimkasten oder -Trog *A* und schaltet behufs leichter Aufstellung in Zwischenräumen von 20 bis 25 cm Bretter *b* dazwischen, bis der ganze Kasten gefüllt ist. Dann wird mit einer Pumpe aus einem Behälter warme Leimlösung von unten in den Kasten *A* gepumpt. Bei langsamem Steigen treibt die Leimlösung am sichersten die zwischen den Bogen befindliche Luft aus. Man pumpt so lange Leimlösung zu, bis dieselbe 5 bis 10 cm über dem Papier steht und lässt dieses, je nach Art und Dicke, 4 bis 8 Stunden darin, so dass jeder Bogen gut mit Leimlösung durchtränkt wird. Die Leimlösung wird während dieser Zeit von

Fig. 801.



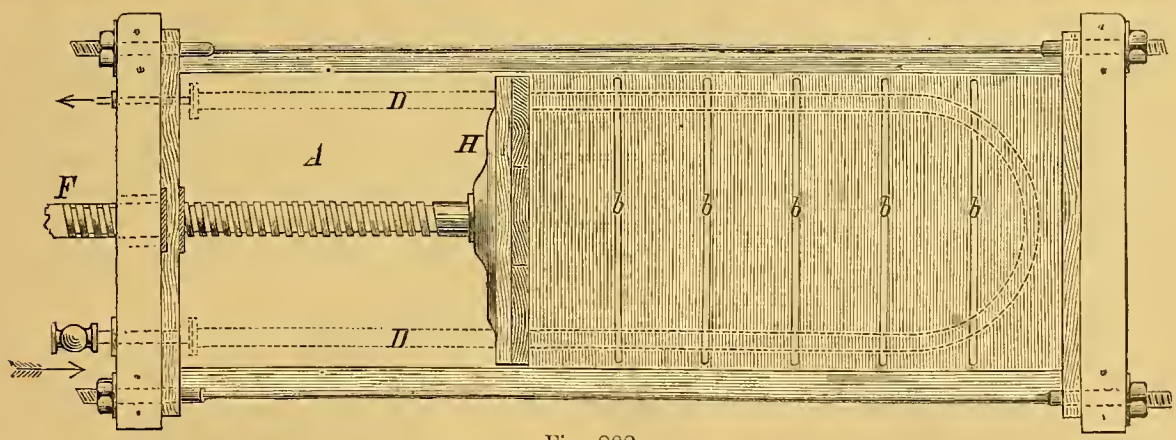




Fig. 802.

dem unter dem doppelten Boden *B* liegenden Dampf-Heizrohr *D* auf etwa 40° C erhalten. Nachdem das Papier lange genug im Leim gestanden hat, wird die Schraube *F* mit einem an ihrem Ende sitzenden Handrad gedreht und damit die Pressplatte *H* gegen das Papier gedrängt. Dieses Pressen erfolgt langsam und mit Pausen, und die ausgepresste Leimlösung wird mit der Pumpe entfernt. Das Pressen darf nur soweit getrieben werden, dass das Papier noch 40 Prozent Feuchtigkeit enthält. Dann lässt es sich ohne Schaden leicht aus dem Kasten nehmen, nach dem Trockenboden bringen und zum Trocknen aufhängen.

Man muss mehrere solcher Leimkasten haben und dieselben so bemessen, dass sie die am meisten vorkommenden Formate aufnehmen können. Herr Nodari

arbeitet bei täglicher Erzeugung von 500 kg thierisch geleimten Papiers, wovon $^3/_4$ aus Royal-Register von 48 × 66 cm besteht, mit 2 Kasten von 700 und einem von 1000 mm Breite.

Ausnahmeformate kann man nach wie vor von Hand in die Leimlösung tauchen. Dieses Eintauchen wird zwar nur geübten Arbeitern anvertraut, verursacht aber doch viel Ausschuss und Leimverlust. Seitdem Herr Nodari es durch den beschriebenen Leimtrog entbehrlich machte, hängt er nicht mehr von der Geschicklichkeit der Arbeiter ab, hat viel weniger Ausschuss und gar keine Leimflecken in seinen Büttenpapieren.

Das Tränken des Papiers mit Leimlösung in Verbindung mit dem Auspressen in beschriebener Weise kommt dem Verfahren der Papiermüller viel näher als alle Tränkungen, bei denen das Papier nur durch den Leim geführt wird. Es bietet auch einen Ersatz für das in den Papiermühlen übliche Pressen zwischen Filzen und scheint deshalb Beachtung zu verdienen.

**336. Amerikanische Leim-Maschine.** In Amerika hat man es dahin gebracht, endloses Papier, wie es von der Papiermaschine kommt, in einer Weise zu leimen, in Bogen zu schneiden und dann zu trocknen, welche verhältnissmässig sehr wenig Handarbeit erfordert und ein Fabrikat liefert, das wirklichem Handpapier nur wenig nachsteht. Die Ursache, warum das Verfahren trotz seiner günstigen Erfolge in Europa bis zum Erscheinen der ersten amerikanischen Ausgabe dieses Buches nicht gekannt war, ist wohl in dem Umstande zu suchen, dass niemals Zeichnungen und Beschreibungen desselben veröffentlicht wurden, und dass selbst nicht einmal die Erbauer der Maschinen gute Zeichnungen derselben besitzen. Die hier gegebenen Darstellungen hat Verf. in der Fabrik der Holyoke Paper Co. in Holyoke, Massachusetts, abzeichnen lassen. Trotz dieser Veröffentlichung, und obwohl das Verfahren auch jetzt (1891) d. i. nach 18 Jahren in Amerika noch beinahe unverändert allgemein geübt wird, hat dasselbe in Europa keinen Eingang gefunden. Die thierische Leimung hat sich vielmehr in England und Deutschland selbständig und in anderer Weise entwickelt.

Fig. 803.

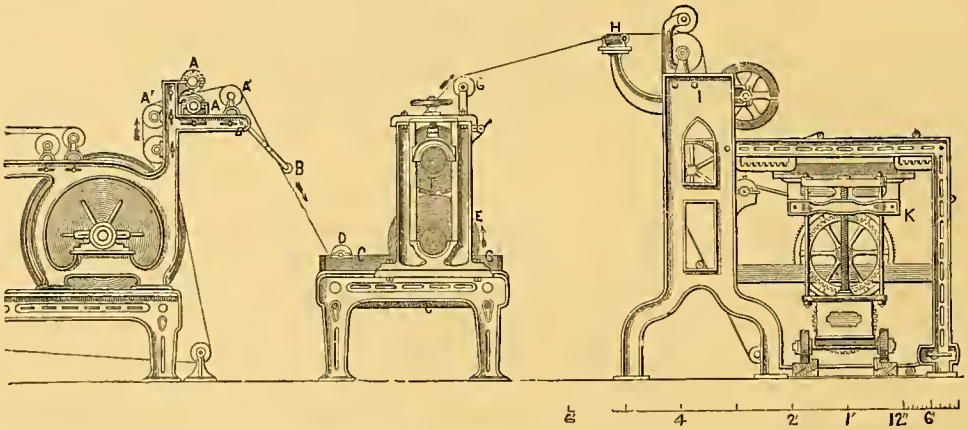



Fig. 803 ist ein Aufriss der ganzen Anordnung, von dem letzten Trockencylinder der auf gewöhnliche Art gebauten Papiermaschine an.

Die Richtung, in welcher das Papier läuft, ist durch Pfeile angegeben.

Beim Verlassen der Trockencylinder geht es, von den Walzen $A' A'$ getragen, durch die auf einer Verlängerung des Gestelles gelagerten Kreismesser $A A$ und wird dabei durch eine frei auf ihm liegende Walze $B$, deren Tragarme in $B'$ ihren Drehpunkt haben, in Spannung erhalten. Die Walze $D$, um welche das Papier von da ab läuft, ist auf den Seitenwänden des Leimtroges $C$ befestigt, und das Gestell, auf welchem dieser Leimtrog ruht, giebt auch den Gehäusen einer Presse Raum, deren obere Walze $F$ aus Gusseisen mit Messingüberzug besteht, und deren untere grosse, hölzerne Walze $E$ ziemlich tief in die in $C$ enthaltene Lösung taucht. Die obere Walze $F$ ist mit einem Schaber versehen und kann mittels Schrauben auf die untere gepresst werden.

Der Trog $C$ wird von einem in der Nähe stehenden Behälter mit Leimlösung gespeist, welche auf die im Abschnitt 334, Seite 882, beschriebene Weise stets auf gleicher Höhe erhalten wird. Von dieser Flüssigkeit soll das Papier so viel aufnehmen, dass sich seine Poren damit füllen, dass seine Oberfläche aber nicht nass, sondern nur feucht wird. Auf dem Wege von der Walze $D$ zu $E$ nimmt es viel mehr auf, als dazu nöthig ist, der Ueberschuss wird ihm jedoch von den als Regulator dienenden Walzen $E$ und $F$ abgepresst und fliesst in den Trog zurück.

Das mit Leimlösung getränkte Papier wird über die Walze $G$ und die Winkelwalze $H$ zum Querschneider $I$ geführt. Die Winkelwalze $H$ besteht aus zwei kurzen Walzen, welche auf einer Querplanke in solcher Weise gelagert sind, dass sie einen Winkel oder Ellbogen bilden, dessen Spitze dem Querschneider $I$ zugekehrt ist; sie treibt das Papier von der Mitte nach beiden Seiten, hält es in diesen Richtungen glatt gestreckt und verhindert dadurch Faltenwerfen zwischen den Speisewalzen des Querschneiders. Der Querschneider $I$ ist von der in Abschnitt 307 beschriebenen und dargestellten Art, das Papier wird auf ihm nicht festgehalten, während ein Bogen abgeschnitten wird, sondern läuft stets gleichmässig fort, wie es zur Speisung der Legmaschine nöthig ist. Wenn die von diesem Querschneider abgeschnittenen Bogen in manchen Fällen nicht so genau ausfallen, wie es für das fertige Papier nöthig ist, so hat das hier wenig zu sagen, da sie nach dem Trocknen und Glätten ohnehin noch beschnitten werden müssen.

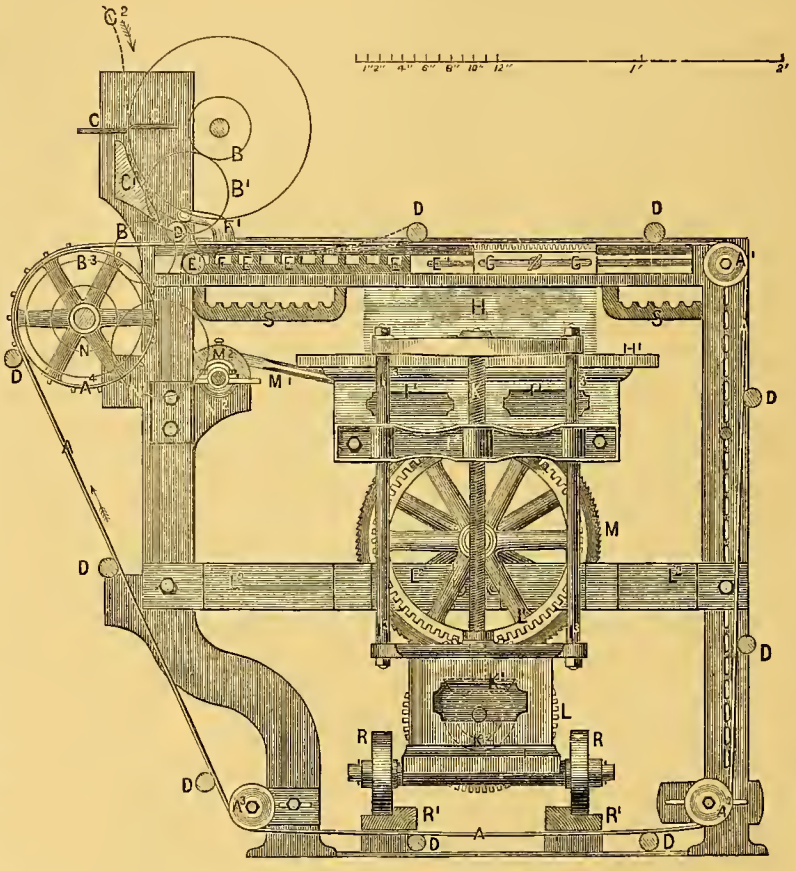
**337. Kneeland's Legmaschine** *lay boy*. Diese ebenso sinnreiche wie zweckmässige Maschine empfängt die vom Querschneider kommenden feuchten Bogen und legt sie ohne menschliche Hilfe hübsch aufeinander, so dass sie bis auf den Trockenboden gelangen, ohne von Händen berührt zu werden. F. C. Kneeland in Northampton in Massachusetts ist der Erfinder und Patentinhaber. In Fig. 803 ist sie mit $K$ bezeichnet und durch Figg. 804 und 805 besonders dargestellt. Fig. 804 ist ein Aufriss von der Arbeitsseite der Maschine aus gesehen, wobei das Gestell auf dieser Seite weggedacht ist. Fig. 805 ist ein Aufriss vom offenen Ende her gesehen, wobei sämmtliche quer durchgehende Theile abgebrochen dargestellt sind, um anzudeuten, dass sie von beliebiger Breite sein können. Die Buchstaben der in Figg. 806, 807 und 808 gezeichneten einzelnen Theile bezeichnen dieselben Stücke wie in Figg. 804 und 805.

Zwei doppelte Lederriemen $A A$ von $6^1/_4$ cm Breite und 6 mm Stärke laufen über die geflanschten Scheiben $A^1 A^2 A^3 A^4$. Die beiden Riemscheiben $A^4$ werden von der Welle des kreisenden Querschneidemessers $C$ durch Vermittlung

der vier Stirnräder $B\,B^1\,B^2\,B^3$ in Bewegung gesetzt und nehmen ihrerseits die Riemen $A\,A$ durch Reibung mit. Damit die Riemen $A\,A$ nicht gleiten können, wenn auch die Reibung auf den Scheiben $A^4$ einmal ungenügend sein sollte, sind deren Oberflächen ringsum mit je einer Reihe schmiedeeiserner, etwa $6^1/_4$ cm auseinander stehender Stifte besetzt, welche bei der Drehung in genau entsprechende Löcher der Riemen $A\,A$ treten.

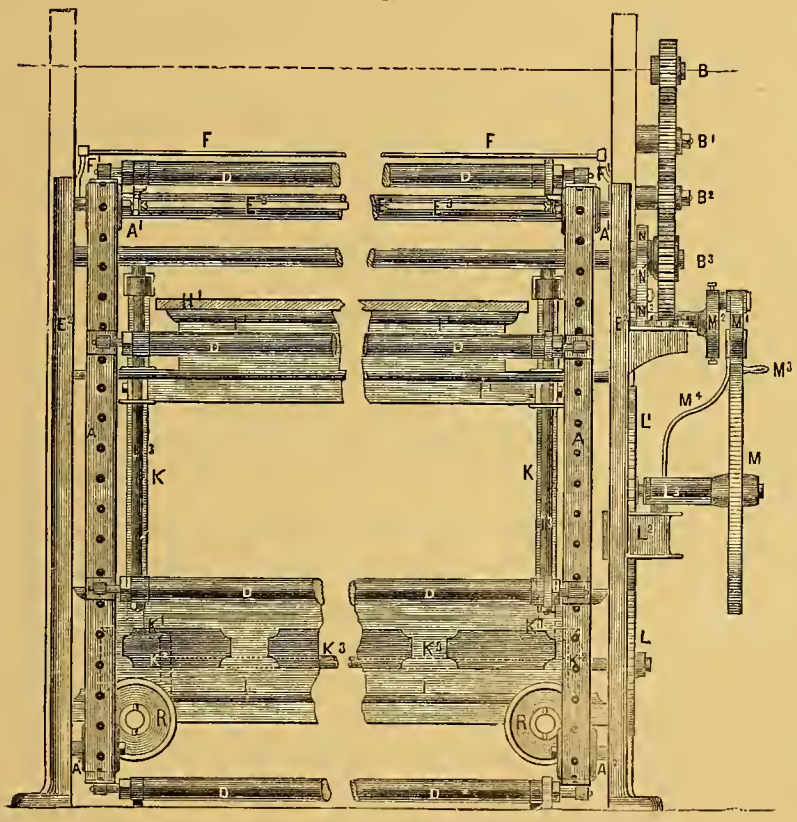
Das mit $C^2$ bezeichnete Papier läuft in der durch einen Pfeil angezeigten Richtung durch den Querschneider, an der Schneide des unbeweglichen Messers $C^3$ vorüber und über das hölzerne Leitstück $C^1$, von dessen unterem Ende es senkrecht herabhängt. In Fig. 804 ist Papier von der Länge eines Bogens durchgegangen, welches eben von dem kreisenden Messer abgeschnitten wird, und zu Boden fallen müsste, wenn es nicht erfasst und abgelegt würde. Diese Aufgabe fällt den zehn hölzernen Walzen $D$ zu, deren Lager, wie aus Fig. 805 ersichtlich, auf die Riemen $A$ genietet sind. Sie müssen bei ihrem Umgang zu rechter Zeit gegen den herabhängenden Bogen anlaufen, ihn um sich falten und mitnehmen. Die Geschwindigkeiten des kreisenden Messers $C$ und der Riemscheiben $A^4$ müssen deshalb so angeordnet sein, dass eine Walze $D$ an die Stelle ihrer Vorgängerin tritt, d. h., dass sie um die Entfernung von ihrer Achse bis zur Achse der nächsten Walze $D$ vorwärts bewegt wird, während das Messer $C$ einen Umgang macht und einen Bogen abschneidet. Das Messer $C$ dreht sich daher zehnmal, während die Riemen $A\,A$ einen Umgang machen. Damit die Walzen $D$ das Papier gerade in dem Augenblick treffen, wo weder zu viel noch zu wenig von dem abzuschneidenden Bogen herabhängt, müssen die Riemen $A$ und ihre Scheiben $A^4$ eine bestimmte Lage zu der des kreisenden Messers $C$ einnehmen. Um diese gegenseitige Lage zu verändern oder zu regeln, hat man nur nöthig, die Zwischenräder $B^1$ und $B^2$, welche die Uebertragung der Bewegung vermitteln, herauszunehmen, die Scheiben $A^4$ in die richtige Lage zu drehen und die Räder wieder einzusetzen.

Fig. 804.



Der von der Walze $D$ ergriffene und um sie gefaltete Bogen müsste zu Boden fallen, wenn er nicht bei jedem Schritte vorwärts eine neue Unterlage fände. Die erste dieser Stützen ist die in den beiderseitigen Gestellen $E^2$ gelagerte hölzerne Walze $E^1$, welche von dem darüber weggeschleiften Bogen gedreht wird. Auf diese Walze folgen flache, unbewegliche, hölzerne Stangen $E^3$ (Fig. 805), deren Enden in oben offenen Ausschnitten linealartiger Gussstücke $E$ liegen, welche an die hölzernen Träger $E^4$ (Fig. 806) geschraubt und durch diese mit den Gestellen verbunden sind. Es ist nicht nöthig, dass die Stangen $E^3$ dicht neben einander liegen; wenige schon genügen zur Stütze des darüber hingleitenden Papiers, und der grössere Theil der Ausschnitte oder Lager in $E$ bleibt desshalb leer.

Fig. 805.

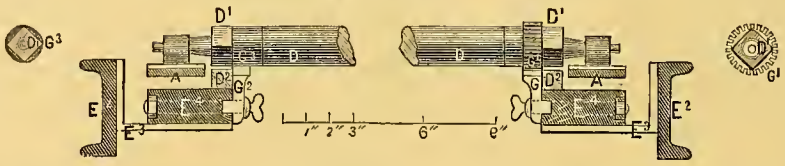



Damit der um $D$ gefaltete Bogen sich, während er vorwärts geschleift wird, nicht öffne, muss seine obere Hälfte niedergehalten werden, und dies geschieht mittels einer Reihe 4 bis 5 cm breiter, 45 cm langer Filzstreifen, welche in Zwischenräumen von 9 cm an der auf Gussträgern $F^1$ ruhenden Querstange $F$ befestigt sind. So lange kein Papier geschnitten wird, liegen die Filzstreifen lose und frei auf der Walze $E^1$ und auf den hölzernen, in $E$ lagernden Querstangen $E^3$; sobald aber eine Walze $D$ mit einem darum gefalteten Bogen ankommt, schiebt diese sich zwischen die Filzstreifen und ihre Unterlage.

Damit die um $D$ gefalteten Bogen sich richtig auf dem zu ihrer Aufnahme bestimmten Wagen $I$ ablegen, müssen die Köpfe und Laufwege der Walzen $D$ entsprechend gebaut sein. Sie sind in Fig. 806 in grösserem Maassstabe besonders dargestellt, und dieselbe Zeichnung giebt auch die Seitenansichten der gusseisernen Köpfe oder Enden der hölzernen Walzen $D$. So lange der Bogen den Ablegetisch oder Wagen $I$ noch nicht erreicht hat, muss er in unveränderter Lage von der Walze $D$ vorwärts getragen werden. Damit die Walze sich während dieser Zeit nicht drehen kann, haben ihre Köpfe neben den Zapfen quadratische Theile $D^1$, welche unmittelbar hinter der Walze $E^1$ flache Leisten $D^2$ treffen, worauf sie mit

einer der vier Seiten weiter schleifen, bis sie, etwa in der Mitte des Gestelles, an die Zahnstange $G$ gelangen. Diese Zahnstange $G$ ist an eine der flachen, durch Winkel $E^3$ an dem Gestell $E^2$ befestigten Holzleisten $E^4$ geschraubt, welche auch die Träger der flachen Bahnen $D^2$ sind. Einer der Köpfe $D^1$ hat neben dem quadratischen Theile eine Stirnradverzahnung $G^1$, welche in die Zahnstange $G$ eingreift. Während dieses Ende der Walze $D$ auf der Zahnstange $G$ läuft, muss der glatte cylindrische Theil $G^3$ des andern Endes auf einem an $E^4$ geschraubten Lineal $G^2$ hinrollen, von welchem es auf gleicher Höhe erhalten wird. Die Oberflächen von $G$ und $G^2$ liegen etwas höher als die flachen Bahnen $D^2$, die Walze $D$ muss also, wenn sie auf ihrem Umlauf an $G$ und $G^2$ gelangt, etwas ansteigen, die quadratischen Theile $D^1$ kommen dadurch ausser Berührung mit $D^2$ und gestatten die Drehung des Stirnrades $G^1$, und damit der Walze $D$, so lange das Stirnrad auf der Zahnstange $G$ hinrollt. Sobald der untere Theil des um $D$ gefalteten Bogens von keinen Querstangen $E^3$ mehr getragen ist, sinkt er auf den Papierstoss $H$, und der obere Theil des Bogens wird von der Walze $D$ abgerollt, sobald ihr Zahnrad $G^1$ auf der Zahnstange $G$ läuft. Nachdem die Walze $D$ über die Zahnstange $G$ weggerollt ist, hat sie ihre Arbeit gethan und bleibt während des weiteren Umlaufs der Riemen unthätig, bis sie wieder einen Bogen erfasst.

Fig. 806.



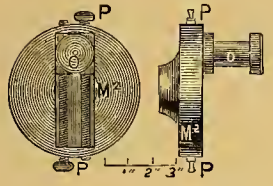

Da das Ablegen des oberen Theils des um $D$ gefalteten Bogens von der Zahnstange $G$ bewirkt wird, so muss deren Länge wenigstens der Länge dieses oberen Theils d. h. der Entfernung zwischen der Schneide des festen Messers $C^3$ und dem Punkt, wo der Bogen von $D$ erfasst wird, gleichkommen. Der untere Theil des um $D$ gefalteten Bogens fängt an sich niederzulegen, sobald er die letzte Tragstange $E^3$ verlassen hat, das Abrollen des oberen Theiles sollte daher beginnen, sobald die Walze $D$ um eine Strecke über die letzte Tragstange $E^3$ hinausgelaufen ist, welche der Länge des untern Theils des Bogens gleichkommt. Die Zahnstange $G$ sowie das Lineal $G^2$ sind desshalb in Schlitzen ihrer Träger $E^4$ verstellbar und können so befestigt werden, dass ihre Stellung jeder Bogenlänge entspricht.

In solcher Weise legen sich die Bogen auf losen, von dem Wagen $I$ getragenen Brettern $H^1$ übereinander. Der hölzerne Tisch oder Aufsatz $I^1$, worauf die Bretter $H^1$ ruhen, ist zu beiden Seiten an gusseiserne Träger $I^2$ geschraubt, welche den Bewegungen der Schrauben $K$ folgen und dabei von den Leitstangen $I^3$ in waagrechter Lage erhalten werden. Die Schrauben $K$ erhalten ihre Bewegung von dem ausserhalb des Gestelles befindlichen Stirnrad $L$ durch Vermittlung seiner Welle $K^3$, Fig. 805, und der im Innern des Wagens $I$ laufenden Paare konischer Räder $K^1 K^2$. Das in $L$ eingreifende Stirnrad $L^1$ sitzt auf einer kurzen, auf einem Gestellansatz $L^2$ gelagerten Welle $L^3$ und wird von dem Sperrhaken $M^1$ durch das gleichfalls auf der Welle $L^3$ befindliche Sperrrad $M$ gedreht. Der Sperrhaken $M^1$ geht von der Kurbelscheibe $M^2$ aus, und diese wird von der Welle der Riem-

scheiben $A^4$ durch Vermittlung der ineinandergreifenden Stirnräder $N N^1 N^2$ in Bewegung gesetzt.

Von der Kurbelscheibe sind in Figg. 807 und 808 Vorder- und Seitenansicht in grösserem Maassstabe gegeben. Den Kurbelzapfen $O$ kann man mittels der beiden Schrauben $PP$ ein- oder auswärts verschieben, und dadurch den Hub des an ihm hängenden Sperrhakens $M^1$ beliebig ändern. Wird der Zapfen $O$ z. B. nach der Mitte zu verstellt, also der Hub verkleinert, so wird das Sperrad $M$ bei jeder Umdrehung der Kurbelscheibe $M^2$ weniger weit gedreht, die Bewegung aller folgenden Räder $L^1 L K^2 K^1$ und der Schrauben $K$ in demselben Maasse vermindert und der Tisch $I^1$ mit dem auf ihm liegenden Stoss Papier $H$ langsamer niederwärts geführt. Diese leichte Verstellung ist nothwendig, um den Tisch $I^1$ mit solcher Geschwindigkeit niedergehen zu lassen, dass die Oberfläche des Papierstosses $H$ bei Papieren verschiedener Dicke stets auf gleicher Höhe, unmittelbar unter den Walzen $D$, bleibt.

Fig. 807. Fig. 808.




Der Wagen $I$ steht mittels vier Räder $R$ auf hölzernen Schienen $R^1$ und wird nach der Führungsseite der Maschine hin aus dem Gestell gefahren, sobald der Tisch $I^1$ seine tiefste Stellung erreicht, d. h. sobald er so viel Papier als möglich aufgenommen hat. Ehe dies geschieht, muss jedoch, um den Gang der Maschine nicht zu unterbrechen, ein anderer Tisch zur Ablage der ankommenden Bogen hergerichtet werden, und dazu dienen die an den beiderseitigen Gestellen $E^2$ angebrachten gusseisernen Träger $S$ (Fig. 804), in welchen Lager zur Aufnahme eiserner Stangen ausgespart sind. Ueber diese eisernen Stangen wird ein anderes Paar loser Bretter $H^1$ gelegt, auf welchen sich die Bogen ablegen, während die Bretter $H^1$ mit dem darauf liegenden Papier von dem hinausgefahrenen Wagen genommen und auf einen Rollwagen zum Aufzug und in den Trockenraum befördert werden. Der leere Wagen wird sofort wieder eingefahren, der Sperrhaken $M^1$ ausser Eingriff mit dem Sperrad $M$ gesetzt, und letzteres mittels der Handhabe $M^3$ rückwärts gedreht, bis der Tisch $I^1$ die eingelegten losen Bretter $H^1$ erreicht und die in $S$ gelagerten Stangen von ihrer Last befreit. Die Stangen werden dann herausgenommen, der Sperrhaken $M^1$ wird wieder in Eingriff mit $M$ gebracht, und der Tisch $I^1$ wiederholt seinen Niedergang. Der Sperrhaken $M^1$ ist, wie aus Fig. 804 ersichtlich, sehr lang und bedarf eines Trägers, während er nicht auf dem Sperrad $M$ ruht. Als solcher dient ein gebogenes Flacheisen $M^4$, Fig. 805, das in dem Ansatz $L^2$ seinen Stützpunkt hat und am oberen Ende mit einer Gabel ausläuft, zwischen deren beiden Zinken sich der Sperrhaken $M^1$ bewegt. Soll der Sperrhaken $M^1$ ausser Eingriff erhalten werden, so lässt man ihn auf einem durch die beiden Zinken gesteckten Stift in entsprechender Höhe liegen.

**338. Einrichtung und Ventilation der Trockenböden.** Ferd. Jagenberg hat in seiner mehrerwähnten Schrift die Wirkung der Ventilation mit etwa folgenden Sätzen erklärt:

Das Verdunsten einer Flüssigkeit ist nichts anderes als Lösen der Flüssigkeit in der Luft, ist fast ganz dasselbe, wie das Lösen von Zucker oder Salz in Wasser. Wie die Flüssigkeiten, so können auch die gasförmigen Körper von den gelösten Substanzen gesättigt werden. Die Aufnahmefähigkeit ist aber in beiden Fällen von dem Wärmegrad abhängig. Kaltes Wasser ist von Salzlösung sehr bald gesättigt. Man mag noch soviel Salz einlegen, das Wasser hat keine lösende Kraft mehr. Erwärmt

man nun, so steigert sich diese Kraft, und es wird noch eine bedeutende Menge Salz dazu gelöst. Dasselbe bei der Luft. Hier steigert sich ebenfalls das Vermögen der Aufnahme von Wasserdämpfen im Verhältniss wie die Wärmegrade zunehmen. Kalte Luft kann im Verhältniss wenig Wasserdampf absorbiren, während erhitzte Luft sehr viel verschluckt.

Die Natur illustrirt herrlich diese Wahrheit. In den Tropen hat sich die heisse Luft mit Wasserdämpfen geschwängert; sie steigt nach oben und treibt den gemässigten Zonen zu. Die eintretende Abkühlung nimmt der Luft die Eigenschaft, ihre ursprüngliche Wassermenge in Lösung zu erhalten. Wasser muss sich ausscheiden, und dieses fällt als Regen herab, falls es nicht eine für ihren Wärmegrad ungenügend gesättigte Luftschicht passirt und in ihr wieder gelöst wird.

Beim Verdunsten werden die obersten Wasserschichten in Dampfform von der nächstaufliegenden Luftschicht gelöst, von stark erwärmter Luft intensiver, von minder erwärmter in schwächerem Maasse. Besonders in letztern Fall sättigt sich die Luftschicht sehr bald; die Verdunstung muss aufhören. Es müsste denn Wärme zutreten. Aber auch dann wird die Verdunstung ihre Grenzen haben, und sie kommt trotz dieses Mittels sehr bald nicht weiter. Soll die Verdunstung fortschreiten, so ist es nöthig, dass die gesättigte Luftschicht von trockner Luft abgelöst werde. Geschieht das, so wiederholt sich die Verdunstung bis zur Sättigung der zweiten Portion Luft. Ist die Luftveränderung in Permanenz erklärt worden, so ist die Verdunstung eine stetige. Eine permanente Luftveränderung ist aber in der Natur nichts anderes als der Wind.

Wir bemerkten schon, dass sich unsere Alten zur Verdunstung ihrer Leimflüssigkeit der natürlichen Luftveränderung, des Windes, bedienten. Nun fragt es sich aber, was thaten sie, wenn ihnen der Wind nur solche Luft zuführte, welche schon mit Wasserdünsten gesättigt war? Wie es z. B. bei Regenwetter sehr häufig der Fall zu sein pflegt? — Sie thaten einfach nichts, sondern warteten ruhig ab, bis sich das schlechte Wetter änderte. Dann erst leimten und trockneten sie wieder.

So gemüthlich können wir heutzutage nicht verfahren. Wir können unsere Arbeit nicht von Wind und Wetter abhängig machen. Da uns erstlich der Wind nicht immer, wie wir es wünschen, zu Gebote steht, so suchen wir uns vor allen Dingen einen künstlichen Wind herzurichten. Das glückt uns durch Ventilation. Wir setzen durch passende Flügelräder die Atmosphäre in Bewegung, dann vermögen wir zu trocknen wenn's windstill ist. Aber bei Regenwetter, wenn dieselbe Atmosphäre mit Dämpfen gesättigt ist? Auch hier helfen wir uns damit, dass wir durch Erwärmung der Luft deren Lösungsfähigkeit erhöhen. Mit ventilirter und erhitzter Luft können wir stets die Arbeit des Trocknens mit Erfolg betreiben, seien die Witterungsverhältnisse noch so ungünstig.

Zudem haben wir ein Mittel zur Erzielung einer energischen Verdunstung in gesteigerter Luftbewegung. Die Wäscherinnen wissen sehr gut, dass ein starker Wind ihre Wäsche schneller und intensiver austrocknet, als unter gleichen Umständen ein weniger heftiger Luftzug. Was vom Wind gilt, das gilt auch von der Ventilation. Verdoppeln, verdreifachen wir den Gang der Ventilation, oder die Geschwindigkeit der Luft, so stellen wir uns damit ein sehr wirksames Hilfsmittel her.

Sehen wir zu, warum? Untersuchen wir den Zustand eines angefeuchteten Papiers. Die Flüssigkeit füllt die Poren aus, welche, sich aneinanderreihend, das ganze Papier im Innern durchziehen und bis an die Oberfläche reichen. Diese Reihen der Poren können wir uns sehr wohl, obgleich's nicht ganz genau zutrifft, als unendlich viele nebeneinandergeschichtete Röhrchen vorstellen. Ueber die Mündungen dieser Röhrchen streicht ein starker Luftstrom. Was geschieht? Die äussersten Flüssigkeitsschichten im Röhrchen verdunsten. An Stelle dieser Schichten tritt Luft, aber — in geringerer als atmosphärischer Spannung. Es ereignet sich derselbe Vorgang, wie bei den sogenannten Inhalationsapparaten. Ich setze bei meinen Lesern deren Kenntniss voraus. Auch hier geht ein starker Luftstrom über die Spitze eines Rohrs hinweg, welches mit seinem andern Ende in ein Gefäss mit irgend einer Flüssigkeit eintaucht. Der Strom reisst einen Theil der Luft aus diesem Rohr mit sich fort und bewirkt dort eine Luftverdünnung. In Folgedessen erhält die äussere Atmosphäre das Uebergewicht und treibt die Flüssigkeit ins Rohr, nach oben, so weit, dass diese letztere austritt, und austretend in unendlich viele und feine Theilchen zerstiebt und mit dem Luftstrom fortgeführt wird.

Ganz analog wirkt die Ventilation an der Oberfläche des feuchten Papiers. Die Arbeit ist zwar hier viel feiner als im Inhalationsapparat. Jedenfalls tritt in dem oben geleerten Papierröhrchen eine Luftverdünnung ein, und dieser Zustand bewirkt, dass die untere Füllung der Papierröhrchen nach oben gezogen wird. War die Füllung eine Leimlösung, so verstehen wir jetzt sehr gut, wie und auf welchen Wegen der Leim an die Papieroberfläche gelangte. Bemerken wir noch dazu, dass Wasser unter niedrigem Druck weniger Wärme gebraucht, um sich in Dampf zu verwandeln, als unter hohem Druck, so bieten sich uns bei der Luftstrom-Erzeugung resp. gesteigerten Ventilation so viele Vortheile der Lufterhitzung gegenüber, dass man füglich mit besserer Einsicht letztere nur als Unterstützung der ersteren gelten lassen kann.

Obgleich unseren Alten die physikalische Bedeutung des Windes nicht ganz klar sein konnte, so fühlten sie doch hinlänglich die grossen Vortheile. Sie haben sich bei ihrer Leimtrocknung nur dem Wind anvertraut und haben die künstliche Erwärmung ganz und gar verschmäht.

Wir, denen heutzutage ein ausgebildetes Maschinenwesen zu Gebote steht, sollen die Luftströmung so stark treiben, dass man bei trockner Witterung ein günstiges Ergebniss der Trocknung ohne Wärmezuthat erreichen kann, und dass man nur erst dann zum Mittel der Lufterwärmung zu greifen braucht, wenn die atmosphärische Luft schon mit Wasserdämpfen gesättigt ist. In solchem Fall, wo unsere Vorfahren feierten, ist's unumgänglich nothwendig, dass das Vermögen der schon gesättigten Luft zu weiterer Dampfaufnahme durch Erwärmung gesteigert werde.

Die Einrichtungen, welche zum Trocknen der auf der Maschine geleimten Bogen dienen, sind im wesentlichen dieselben, welche für Handpapier seit Jahrhunderten angewendet wurden. Folgende Beschreibung der amerikanischen Trockenböden und der damit verbundenen Arbeit wird dies erläutern.

Das geleimte und in Bogen geschnittene Papier wird, wie im vorhergehenden Abschnitt erklärt, mit seiner Bretter - Unterlage auf einem Rollwagen mit mechanischem Aufzug auf Trockenböden befördert, welche gewöhnlich den oberen Theil des ganzen oder des grössten Theils des Fabrik-Gebäudes einnehmen. Leichte hölzerne Gerüste, deren Pfosten am Boden und an der Decke befestigt sind, erstrecken sich in parallelen Reihen längsweise durch diese Räume. Auf den die Pfosten verbindenden Querlatten liegen die Stangen mit dem darüber gehängten geleimten Papier so dicht über und nebeneinander, als es ohne Behinderung des Luftdurchzugs angeht. Um dies Gerüste und entlang den Wänden sind gewöhnlich Gänge gelassen, welche Zutritt zu allen Theilen und auch zu den Fenstern und Läden gestatten.

Die mit Papier beladenen Bretter werden bei ihrer Ankunft in den Trockenräumen von dem Rollwagen genommen und auf einen kleinen Tisch gelegt. Ein Arbeiter löst dann, ohne zu zählen, einen Pack von etwa 7 Bogen ab, und faltet ihn in der Mitte der langen Seiten über eine T förmige Hebstange, welche sich am besten mit einem hölzernen Rechen ohne Zähne vergleichen lässt. Damit wird der Pack *spur* Papier in solcher Weise über eine der auf den Gerüsten liegenden Tragstangen gehoben, dass er beim Wegziehen des Rechens rittlings auf ihr hängen bleibt.

Die etwa 3 bis 4 cm starken quadratischen hölzernen Tragstangen *tribbles* sollten dem übergehängten Papier nirgends scharfe Ecken bieten, ihre oberen Kanten sind desshalb abgerundet, oder der ganze obere Theil ist ellyptisch gekrümmt, wogegen die unteren auf dem Gerüste liegenden Seiten stets flach gelassen werden. Damit man sie leicht rein halten kann, sind sie in einigen Fabriken mit weisser Oelfarbe bestrichen. Ein solcher glatter Ueberzug kann gewaschen werden und verhindert auch die dem Holze eigenen löslichen und vielleicht gefärbten Stoffe an die Oberfläche zu treten und das Papier zu beschmutzen. In früheren Jahren wurden die Bogen anstatt auf hölzerne Stangen, vielfach auf Stricke gehängt, welche weniger zweckmässig sind, weil ihre rauhe Oberfläche häufig das sie berührende Papier zeichnet. Die Anwendung des beschriebenen Rechens macht es möglich, die Bogen in jeder Höhe aufzuhängen, ohne, wie es früher vielfach geschah und noch geschieht, die Tragstangen mittels besonderer Vorrichtungen aufzuziehen und niederzulassen. Bei grosser Höhe wird es jedoch schwierig, die obere Stangenreihe zu erreichen, wesshalb man hohe Räume sehr zweckmässig durch einen Bretterfussboden in zwei Stockwerke theilt.

Das Papier bleibt hängen bis es trocken ist, und bei einer Temperatur von 26 bis 33 Grad C. sind dazu gewöhnlich einige Tage nöthig. Bei kaltem

Wetter wird diese Wärme künstlich durch schmiedeiserne Dampfröhren erzeugt, welche nahe dem Boden an den langen Traggerüsten hinlaufen. Wenn die Röhren nicht sehr weit, z. B. von $2^1/_2$ bis 4 cm Durchmesser sind, werden mehrere Längen für jede Gerüstreihe nöthig, und die ganze erforderliche Menge wird ziemlich bedeutend. Nur ein Strom frischen Dampfes sollte dann am höchsten Punkte in das Röhrensystem eingelassen und so durchgeleitet werden, dass das Kondenswasser stets abwärts und zurück in den Kessel fliessen muss.

Je rascher die Luft, welche mit der aus dem Papier entnommenen Feuchtigkeit beladen ist, durch frische trockene Luft ersetzt wird, desto rascher wird das Papier unter sonst gleichen Verhältnissen trocknen. Die Wichtigkeit einer guten Ventilation erklärt sich aus dem Umstande, dass Luft von irgend einer Temperatur nur eine bestimmte Menge Feuchtigkeit aufnehmen kann und wirkungslos bleiben wird, sobald sie gesättigt ist. Bei guter Ventilation muss die eintretende kalte Luft ihren vollen Antheil von Feuchtigkeit aufgenommen haben, ehe sie den Raum verlassen darf. Wird sie künstlich erwärmt und tritt, wie gewöhnlich, unten ein und oben aus, so mag auch ein guter Durchzug stattfinden, aber die Luft wird nicht gesättigt, und die zum Heizen verbrauchte Wärme, also das aufgewendete Brennmaterial, geht zum Theil verloren. Wenn die oberen Luftschichten bei solcher Einrichtung mit Wasser gesättigt werden, müssen sie vermöge ihres grösseren Gewichts zu Boden sinken und leichteren Platz machen. Dass dem also ist, ergiebt sich schon daraus, dass in Trockenräumen mit künstlicher Erwärmung und mangelhafter Ventilation für Holz, Wäsche und dergl. die im untersten Raume befindlichen Gegenstände stets am wenigsten getrocknet werden. Auch in Trockenräumen für Papier hat man gefunden, dass die feuchte Luft am besten durch Kanäle oder Röhren abzieht, welche von dem untersten Theil des Raumes ausgehen, aber auch soweit als möglich von den nahe dem Boden befindlichen Zulassöffnungen für kalte Luft entfernt sind. Die von unten zugehende kalte Luft steigt bei solcher Einrichtung in dem Maasse in die Höhe, als sie erwärmt wird; sie senkt sich erst wieder zu Boden, wenn sie mit Wasser gesättigt ist, und erreicht nur in diesem Zustande das beinahe bis auf den Boden herabgehende Abzugskamin.

Von anderer Seite wird hiergegen geltend gemacht, dass sich der Luftwechsel nicht rasch genug vollzieht, wenn die feuchte Luft nur vom tiefsten Theil des Trockenraumes abziehen kann. Man legt desshalb neuerdings die Abzugsöffnung vielfach mit Erfolg in etwa halbe Höhe des Trockenraumes.

Die Einrichtungen zum Trocknen ohne künstliche Erwärmung müssen sich den örtlichen Verhältnissen, wie z. B. der vorherrschenden Windrichtung, anpassen, und bestehen in vielen Fabriken nur aus Fenstern mit oder ohne Läden für den Zulass der Luft und aus auf dem Dache angebrachten mit Regenhüten versehenen Abzugsröhren aus verzinntem Eisenblech von 20 bis 30 cm Durchmesser. Für die Trocknung mit künstlich erwärmter Luft sollten mit Registern verschliessbare Einlassöffnungen rings um den Trockenraum, unmittelbar über dem Boden, angebracht werden, und der Abzug sollte nur durch hölzerne oder blecherne Kanäle oder Kamine stattfinden können, welche von der Mitte des Saales ausgehen und über das Dach hinausreichen. Wenn diese Kamine gleichmässig über den ganzen Trockenraum vertheilt sind, wenn der Luftzutritt richtig geregelt ist, und mit Hilfe der Dampfheizung beständig eine mässig warme Temperatur herrscht, wird

auch gleichmässige Trocknung des Papiers nicht ausbleiben. Dabei ist jedoch vorausgesetzt, dass das Papier gleichmässig von Leimlösung durchzogen ist. Wenn es die Trockencylinder feucht oder überhitzt verlassen hätte, würde es entweder zu viel oder zu wenig Leim aufgenommen haben und sich nach der Trocknung als zu stark oder zu schwach geleimt erweisen.

Herr Eduard Mann, der 1879 in Papierfabriken zu Holyoke arbeitete, gab in der Papier-Zeitung folgende Beschreibung von amerikanischen Trockenstuben:

Die Einrichtung der Trockenstuben ist in allen Fabriken fast ganz dieselbe und weicht nur hier und da in Nebensächlichem ein wenig ab. In Fig. 809 ist ein Grundriss, Fig. 810 ein Aufriss und Fig. 811 eine Seitenansicht skizzirt. Die angegebenen Maasse sind engl. Fuss ′ und Zoll ″. Die Stuben sind durchschnittlich etwa 50′ lang, selten kleiner, eher grösser, fast eben so breit und etwa 12′ hoch. In der Längsrichtung ziehen sich drei hölzerne Gestelle hin, welche zum Auflegen der Stangen, auf welche das Papier gehängt wird, dienen und von den Wänden etwa 2—3′ abstehen, um ungehinderten Zugang zu ermöglichen; am Eingange dagegen ist der freie Raum 7—8′ breit, um bequem mit den auf Wagen gelagerten Papierstössen ein- und ausfahren zu können. Zwei dieser Gestelle sind unmittelbar mit einander verbunden, zwischen diesen und dem dritten bleibt ein schmaler Durchgang von etwa 4′ (50″) Breite. Die Gestelle selbst bestehen aus viereckigen 7′ von einander abstehenden, unter sich durch in der Längsrichtung des Zimmers laufende Latten *L* verbundenen Pfosten *P*. Die Latten *L* sind etwa 2½′ von der Decke entfernt, in Abständen von etwa 15″ an den Pfosten befestigt und reichen bis etwa 2′ vom Boden. Auf diese Latten werden nun die oben abgerundeten und meist mit Oelfarbe angestrichenen Trockenstangen *S* 3—4″ von einander abstehend gelegt, so dass ein solches Zimmer im ganzen etwa 2300 Stangen fasst.

Fig. 809.

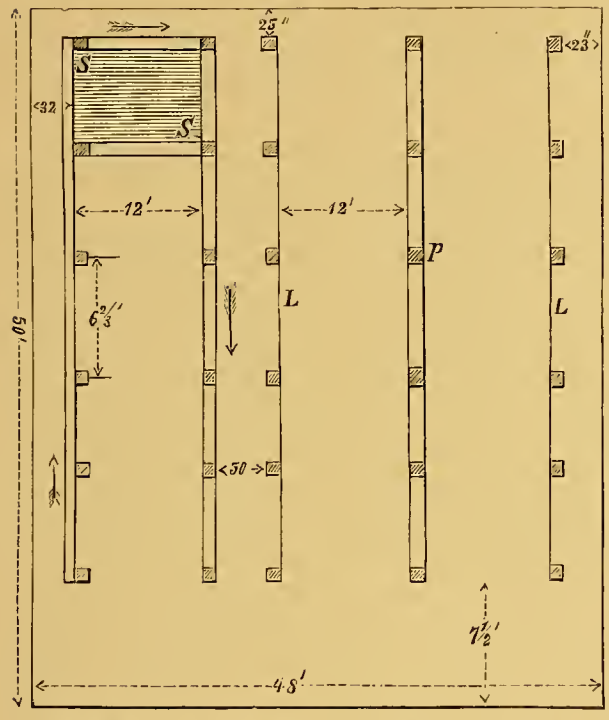



Fig. 811.

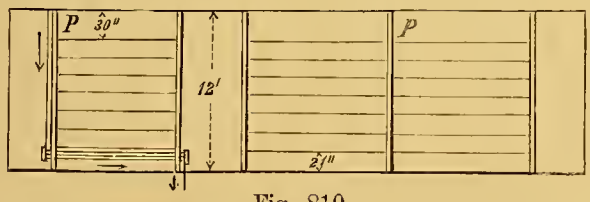



Fig. 810.

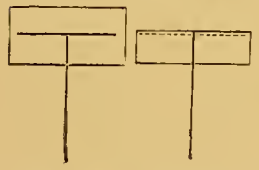


Fig. 812.

Fig. 813.

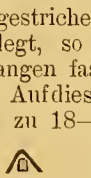


Fig. 814.



Fig. 815.

Auf diese Stangen werden je nach der Dicke des Papiers von 2—3 bis zu 18—20 Bogen mittels hölzerner, oben runder, T förmiger sogenannter Kreuze aufgehängt. Man hat zu dem Zweck auf einem, auf Rollen laufenden kleinen Tische einen Stoss des feuchten Papiers vor sich; auf diesen legt man in die Mitte der Längsrichtung das in der Rechten gehaltene T, Fig. 812, fasst dann mit der linken Hand nach der linken entfernteren Ecke des Stosses und schlägt die der Dicke

entsprechende Bogenzahl über dasselbe, Fig. 813, fährt damit über die Stangen hinaus, Fig. 814, so dass die hintere Papierhälfte über sie hinausragt und zieht dann das T zurück, Fig. 815. Gewöhnlich hängt man auf die obersten Stangen 1 oder 2 Bogen mehr auf, da die grössere Hitze daselbst eine schnellere Trocknung bewirkt. Nachdem man zuerst mittels eines längeren Kreuzes die oberste Reihe gefüllt hat, bedient man sich eines kürzeren und deshalb leichter zu handhabenden für die übrigen. Ist dies geschehen, so wird die Stube, welche durch mit Blech beschlagene Schiebethüren von den übrigen Räumen getrennt werden kann, abgeschlossen und erst wenig, dann mehr Dampf zugelassen. Derselbe strömt aus einem an der Decke angebrachten Dampfrohr in eine etwa 2′ vom Boden angebrachte und rings um jedes einzelne Gestell laufende, aus 3 oder mehr einzelnen Dampfröhren bestehende Heizvorrichtung und durch ein abwärts führendes Rohr nach dem Kesselhaus zurück, um als Speisewasser wieder verwendet zu werden. Die Ventilation wird meistens dadurch hergestellt, dass die Bretter, aus welchen die Decke besteht, ringsherum 1′ oder mehr von den Wänden abstehen, und durch diesen offenen Raum der Abzug der Luft stattfindet. Zuweilen befinden sich auch noch in der Mitte der Stube einige hölzerne Schornsteine, welche durch das Dach ins Freie führen und oben durch Blechkappen gegen das Eindringen des Regens geschützt sind. Die Räume unterm Dach, welche nach oben Λ spitzwinklig zulaufen, sind mit kleinen, ebenfalls durch Kappen geschützten Abzugsröhren versehen.

Das Trocknen erfordert viel Erfahrung und grosse Aufmerksamkeit, da dasselbe von der Witterung sehr abhängig ist und auch für die einzelnen Sorten verschieden gehandhabt werden muss. Im allgemeinen nimmt es bei einer Temperatur von 80—95° F. (22—28° R.) 2 Tage und 2 Nächte in Anspruch; doch soll man es nie zu sehr beeilen, da bei langsamer Trocknung bessere Leimung erzielt wird, dagegen aber auch Gefahr entsteht, dass das Papier schimmelig wird. Einzelne farbige, namentlich gelbe Sorten müssen unverzüglich, sobald eine Ladung an der Maschine weggenommen wird, in schon erwärmten Räumen sehr dünn aufgehängt werden, so dass sie innerhalb 24 Stunden trocknen, da bei längerer Zeitdauer leicht Rostflecken entstehen. Bei den übrigen Sorten hat es mit dem während der Nacht erzeugten Papier bis zum Morgen Zeit, wo es dann von den zurückkommenden Arbeitern in Angriff genommen und auf vorher angeführte Weise getrocknet wird.

Ist dies geschehen, so sucht man dem Papier wieder ein wenig Feuchtigkeit zu geben, d. h. eben so viel wie die Luft enthält, und dies geschieht je nach dem Wetter durch Oeffnen von Fenstern und Thüren, nachdem der Dampf abgesperrt ist. Dann werden die einzelnen Lagen durch Anfassen der rechten oder linken Ecke der vorderen Hälfte, und zwar 6—7 auf einmal, von den Stangen heruntergezogen und letztere, mit Ausnahme der obersten Reihen, abgenommen und in eine Ecke gestellt. Das Papier wird hierauf gerade gestossen und in die Vorrathsstube gebracht, wo es bis zum Gebrauch in grossen Stössen gelagert bleibt, so dass sich ungleich getrocknete Bogen gegenseitig ausgleichen können.

Die bestmögliche Leimung kennzeichnet sich dadurch, dass die Oberfläche des Papiers weder hart noch glasig ist, sondern ihre natürliche Porosität bewahrt, und dass nicht nur die Oberfläche, sondern auch seine ganze Masse geleimt ist, dass sich also auch an Stellen schreiben lässt, wo die äussere Schicht durch Radiren entfernt wurde. Das Leimen der ganzen Masse kann durch Harzlösung im Holländer bewirkt werden, und eine schwache derartige Leimung wird auch häufig in Verbindung mit der Oberflächen-Leimung angewandt; einigen englischen Fabrikanten gelingt es jedoch, ohne Leimung im Holländer ein in allen Theilen leimfestes Papier zu erhalten.

Die gewöhnliche thierische Leimung beruht darauf, dass der in die Papiermasse gedrungene Leim von dem bei der Trocknung verdampfenden Wasser, worin er gelöst ist, in Form eines Ueberzuges zurückgelassen wird. Will man es den erwähnten englischen Fabrikanten gleich thun, so muss man das Tränken des Papiers mit der Leimlösung und die Trocknung so ausführen, dass nicht nur die Oberflächen, sondern auch die Wandungen der Gänge oder Poren gleichmässig mit einer ganz dünnen Leimschicht überzogen bleiben. Dies kann aber nur durch sehr gleichmässiges gründliches Tränken des Papiers mit der Leimlösung und nachherige langsame Trocknung bewirkt werden. Will man durch Erhöhung der Temperatur die Trocknung beschleunigen, so reisst das verjagte Wasser den Leim mit an die Oberfläche und lässt die Gänge ungeleimt. Das Papier ist dann nach

dem Radiren der oberen Leimschicht nicht mehr leimfest. Wie man aber solche Temperatur-Erhöhung ersetzen kann, dafür giebt das Trocknen der Wäsche einen Fingerzeig. Aus dem Umstande, dass die Wäsche bei gutem Luftzug in kühlem Wetter rascher trocknet als bei warmem Wetter und ruhiger Luft, ergiebt sich, dass rasche Lufterneuung ohne höhere, ja sogar bei erniedrigter Temperatur Beschleunigung der Trocknung bewirkt. Man baut auch neuerdings Trockenkammern für Wäsche, bei denen die Luft an keiner andern Stelle, als über den an der Decke befestigten Heizröhren eintreten kann, und durch Ventilatoren vom Boden aus rasch durchgezogen und weggesaugt wird. Wenn man das Trocknen der geleimten Bogen beschleunigen will, kann es nach des Verf.'s Ansicht am sichersten durch Einrichtungen geschehen, denen diese Erfahrungen als Grundlage dienen.

Seit Niederschrift vorstehender Zeilen (1875) sind die Seiten 851 und 852 beschriebenen Ventilatoren vielfach zur Entfernung des Dampfes aus den Papiermaschinen-Sälen in Anwendung gekommen und leisten vortreffliche Dienste. Hat man solche mit Triebkraft bewegte Ventilatoren, so kann man die Luft in jeder beliebigen Richtung durch die Trockenräume ziehen, da die natürliche Bewegung durch Temperatur- und Feuchtigkeits-Unterschiede gegenüber dem Antrieb durch eine Kraftmaschine keinen bemerkbaren Einfluss mehr übt. Eine so kräftige Lufterneuung, wie sie mit Ventilatoren möglich ist, gestattet die Anwendung sehr niedriger Temperaturen und wird dadurch voraussichtlich die Leimung verbessern. Dabei muss man jedoch dafür sorgen, dass in allen Theilen des Trockenraumes die Luft in gleicher Weise gewechselt wird, dass die Wirkung des Ventilators überall gleichmässigen Einfluss übt.

Bei Anlage von Trockenräumen muss man dafür sorgen, dass die in dieselben gelangende Luft möglichst rein, und nicht etwa, wie es manchmal vorkommt, durch feine Kohlentheile in Form von Rauch verunreinigt ist.

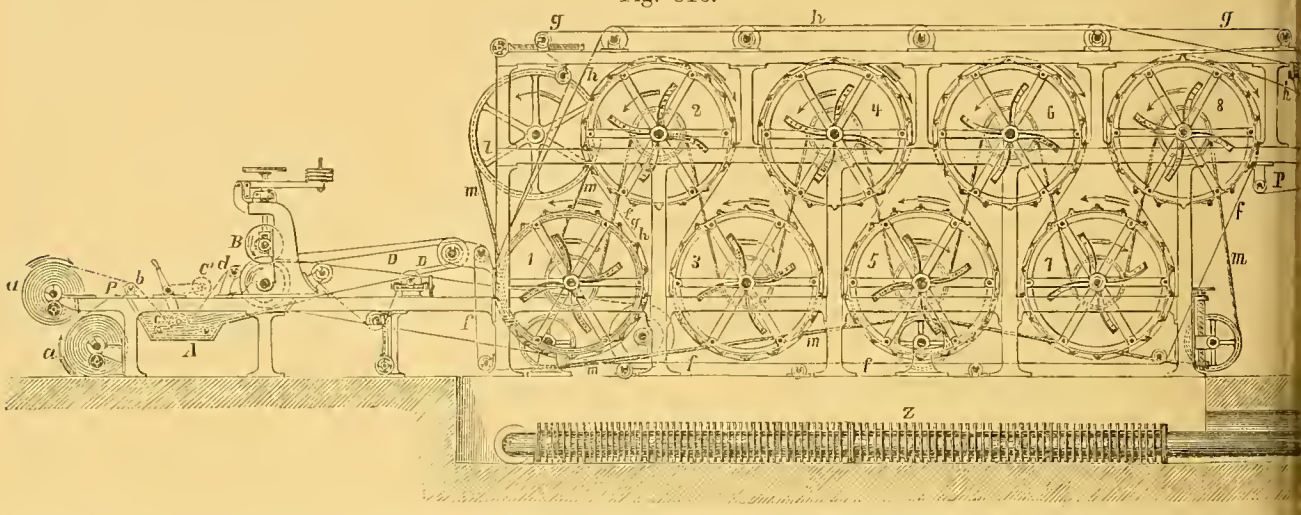
Die Bogen, welche in amerikanischen Fabriken nach vollendeter Trocknung von den Aufhängestangen genommen werden, haben noch die gefaltete Form und müssen wieder glatt gestreckt *joged* werden, ehe man sie glätten kann. Ein Arbeiter, welcher von dieser Beschäftigung die Bezeichnung *joger* erhält, streckt die Bogen von Hand so gut als möglich, wirft die schadhaften heraus, legt die guten aufeinander, und setzt sie dem Druck einer hydraulischen oder Schraubenpresse aus, bis sie glatt genug sind, um durch die Glättwerke zu gehen.

**339. Englische Leimung und Trocknung in endloser Bahn.** In Gross-Britannien suchte man die Lösung der Aufgabe, das geleimte Papier ohne viele Hantirung zu trocknen, auf anderem Wege als in Amerika zu erreichen. Man wollte das mit Leim getränkte Papier nicht vorher in Bogen schneiden, sondern Einrichtungen treffen, womit es sich, wie auf den Trockencylindern, in ungetheiltem Zustande trocknen liesse.

Eine Leimmaschine mit Trockner nach englischer Art von J. W. Erkens in Düren ist in Fig. 816 im Aufriss in 1:60 der wahren Grösse dargestellt. Fig. 817 giebt einen Schnitt durch zwei Trommeln des Trockners in demselben Maassstabe. Von einer Papierrolle $a$ wird die Papierbahn $P$ über die Walze $b$ weg in den die Leimlösung enthaltenden Trog $A$ geleitet und von einer Walze $c$ niedergehalten. Zur bequemeren Einführung des Papiers kann man der Walze $c$ die punktirte Stellung $c'$ geben und sie nachher langsam niederbringen. Die Leimlösung wird durch eine gleichfalls punktirte Heizschlange warm erhalten.

Das mit Leim beladene Papier geht über die Führungswalze *d* in die Presse *B*, unter die sich eine Verlängerung des Trogs *A* erstreckt, welche die ausgepresste Leimlösung aufnimmt. Auf dem Uebergang von der Presse *B* zum Trockner wird das Papier von dem endlosen Filz *D* getragen und gelangt dann zwischen Führungsbänder *f* und *g*, von welchen es über die Haspel *1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8*

Fig. 816.




geführt wird. Ueber alle diese Haspel läuft neben den Führungsbändern *f g*, nahe der Kante, also ausserhalb der Papierbahn, ein Gurt *h*, welcher seine Bewegung von dem mit Rädern angetriebenen Haspel *1* erhält und dieselbe auf alle andern überträgt. Der in jedem Haspel befindliche Windflügel wird, wie die Pfeile zeigen, entgegen dem Lauf des Papiers gedreht. Diese Drehung wird von der angetriebenen Seilscheibe *l* aus durch ein Seil *m* bewirkt, welches in der gezeichneten Weise über kleinere auf den Haspelwellen sitzende Seilrollen geht. Die Haspel selbst sind mit nach aussen scharf geformten Latten besetzt, auf denen das mit Leim bedeckte Papier nur wenig Auflagefläche findet. Durch eine zweite Haspelgruppe *9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16* wird das Papier genau ebenso geführt, geht dann noch über einen mit Dampf geheizten Trockencylinder *T*, der von einem Filz *t* grossentheils umhüllt ist, und wird auf eine der Rollwellen *R* gewickelt. In der Zeichnung enthält jede Gruppe nur 8 Haspel, weil diese zur Erklärung der Einrichtung genügen, während die beiden Gruppen thatsächlich aus nicht weniger als 50 Haspeln bestehen. Das Rippen-Heizrohr *Z* dient zur Erwärmung der Luft und damit zur Beschleunigung des Trocknens.

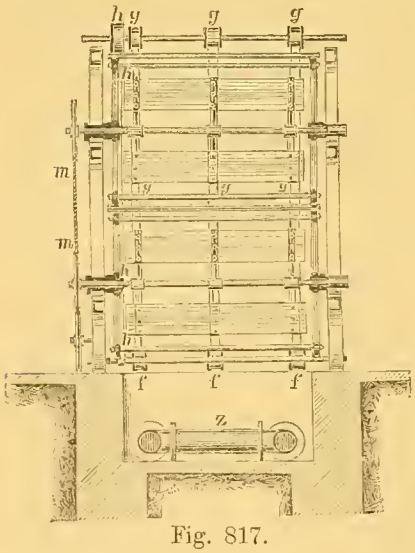
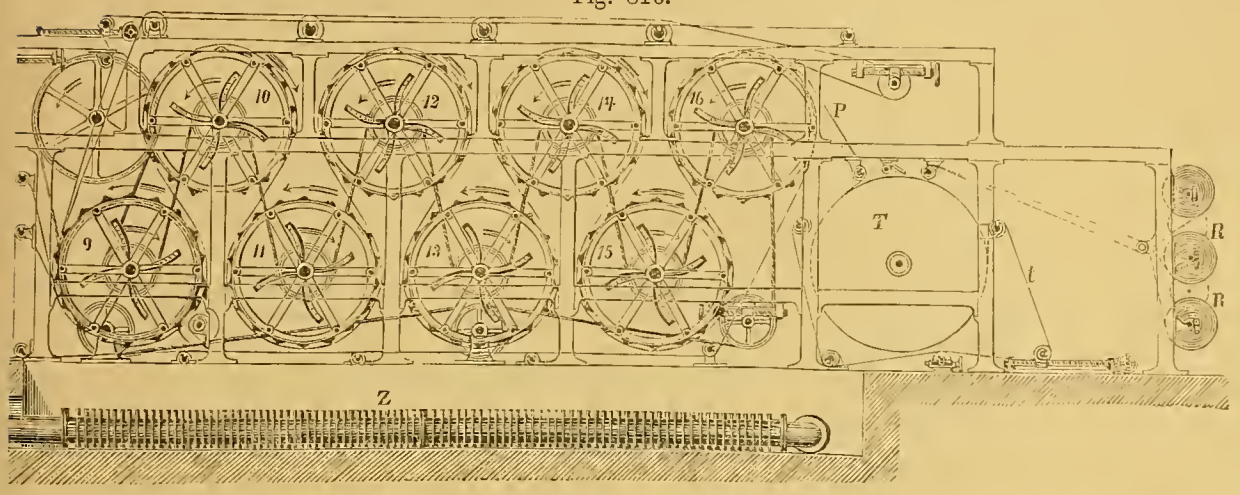



Fig. 817.

Je mehr Haspel man anwendet, desto länger bleibt das Papier — bei gleicher Geschwindigkeit — dem Einfluss der trocknenden warmen Luft unterworfen, um so niedriger kann deren Temperatur genommen werden, und desto besser,

dem Handpapier ähnlicher wird die Leimung. In den leitenden englischen und schottischen Feinpapier-Fabriken bestehen diese Trockner desshalb meistens aus weit mehr als 100 Haspeln. Der eigentliche Urheber dieses Systems, der verstorbene Joynson, hat dasselbe in seiner Fabrik zu St. Mary Cray bei London am grossartigsten ausgeführt. Die Skizze Fig. 818 giebt ein Bild einer dortigen Ein-

Fig. 816.



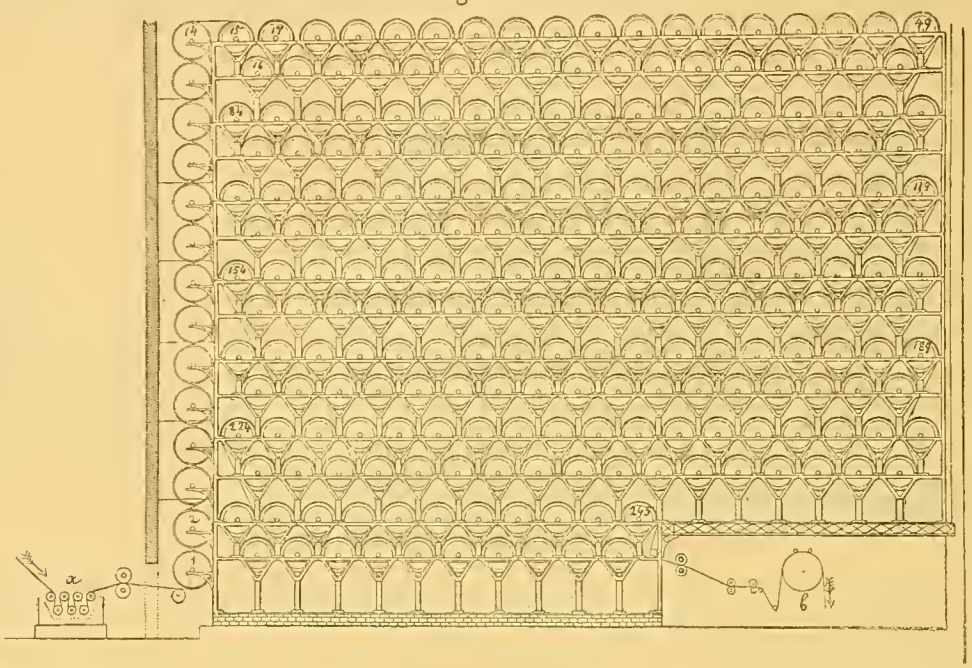

richtung dieser Art. Das von den Trockencylindern der Papiermaschine kommende Papier wird zunächst durch die Leimlösung in *a* geführt und von da auf die erste Ventilations-Trommel *1*. Von letzterer geht es aufwärts über die Trommeln *2* bis *14*, wo es den höchsten Punkt erreicht hat. Jetzt gelangt es auf die oberste von 7 Doppelreihen, auf die Trommeln *15, 16, 17* bis *49*, steigt herab auf die nächste Trommelreihe und so weiter, bis es schliesslich bei der 245. Trommel am Ende angekommen ist. Der Lauf des Papiers ist von oben nach unten angeordnet, weil die trockene warme Luft unten eintritt und beim Aufsteigen nach und nach abgekühlt und mit Feuchtigkeit beladen wird. Das frische nasse Papier kommt auf diese Weise mit der feuchtesten und das beinahe trockene mit ganz frischer warmer Luft in Berührung. Durch solchen Gegenstrom wird die Wärme bekanntlich am vollkommensten ausgenützt. Das völlig trockene Papier wird durch Längsschneider und auf den Querschneider *b* geleitet und in Bogen geschnitten, oder aufgerollt.

Mancher Leser wird auf der Fahrt von Dover nach London, kurz vor dieser Stadt, die thurmartigen, weiss angestrichenen Gebäude bemerkt haben, welche die beiden grossen Joynson'schen Maschinen dieser Art enthalten. Das mit denselben fabrizirte feine, stets mit dem Wasserzeichen Joynson versehene Briefpapier gehört zu dem besten des englischen Marktes. Das ungeheure Kapital, welches eine solche Einrichtung erfordert, und die Schwierigkeit, sie zu bedienen, werden wohl einer grösseren Verbreitung des Systems im Wege gestanden haben. Die Leute, welche die einzelnen Theile der Einrichtung beaufsichtigen, sind z. B. so weit von einander entfernt, dass sie sich nicht mündlich verständigen können, sondern ein eigenes Signalsystem hierzu benützen.

Bei der grossen Anzahl von Trommeln ist die Art ihrer Anordnung von Wichtigkeit. Legt man sie, wie es bei Herren Alex. Cowan & Co. bei Edinburgh

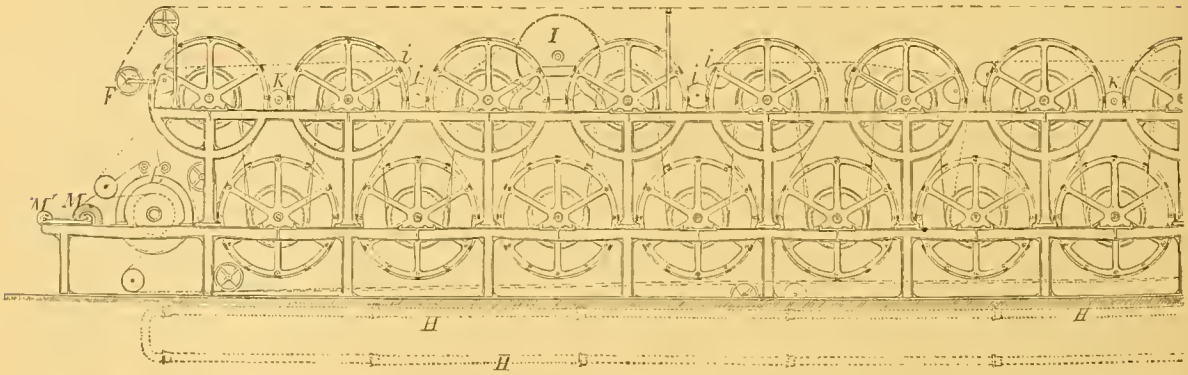
geschieht, in sechs Reihen übereinander, oder wie in Fig. 818, so wird sich die aufsteigende Luft mit mehr und mehr Feuchtigkeit beladen und dadurch in den oberen Reihen weniger gut trocknen. Vertheilt man sie dagegen, wie in der

Fig. 818.



Fabrik der Herren Alex. Pirie & Sons bei Aberdeen, in nur zwei Reihen, in ähnlicher Weise wie gewöhnliche Trockencylinder gelagert, so hat man allerdings überall trockene frische Luft, die Vorrichtung wird aber sehr lang und benöthigt

Fig. 819.




ein sehr langes Gebäude, sowie viele Heizröhren und folgeweise auch mehr Brennstoff. Das letztere System hat dagegen den Vortheil, dass die Führung vom ebenen Boden aus erfolgen kann, während für sechs Reihen von Trommeln drei Galerieen erforderlich sind. Dass die oberen der sechs Reihen sich in ziemlich feuchter Luft befinden, wird von einigen Fabrikanten sogar für günstig gehalten, weil dadurch eine zu rasche Trocknung vermieden wird und dem Leim Gelegen-

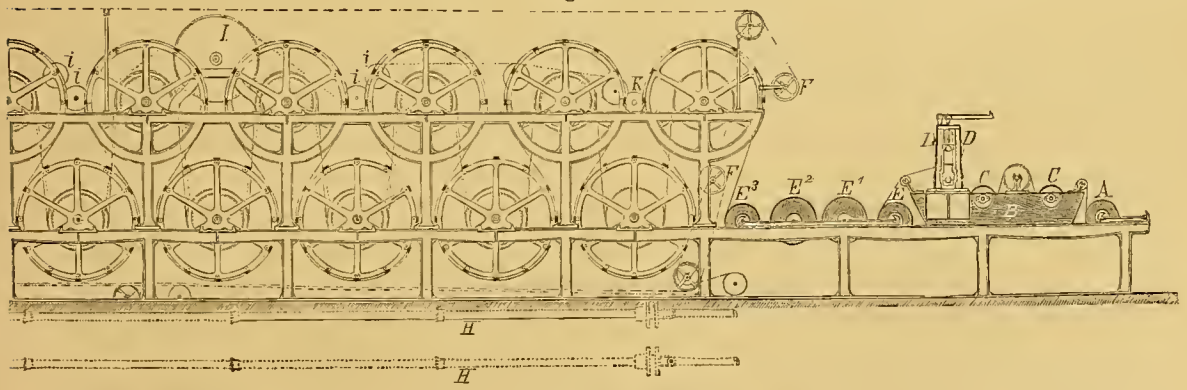
heit gegeben ist, sich gleichmässiger durch die ganze Masse zu vertheilen. Herr F. Busbridge in East-Malling, Kent, liess (1873) das mit Leim getränkte Papier aus demselben Grunde sogar über sechs grosse Trommeln laufen, welche nicht mit Windflügeln versehen waren, ehe es auf die oberste der sechs Reihen von Trommeln geführt wurde.

Die abgehende, mit Dämpfen beladene Luft entweicht entweder, wie bei Herren Pirie & Sons, durch seitliche Oeffnungen nächst dem runden eisernen Dache, oder durch die Mitte des Daches selbst.

Wenn irgendwo auf den Trommeln eine Störung vorkommt, wenn z. B. eines der endlosen Bänder bricht, muss die ganze Vorrichtung rasch ausser Gang gesetzt werden; und damit dies bei der grossen Ausdehnung ohne Zeitverlust geschehen könne, sind an verschiedenen Stellen Hebel angebracht, welche mit dem Ausrücker in Verbindung stehen.

Die bisher erwähnten Trockner waren schon 1873 beim Erscheinen der ersten Ausgabe dieses Buches in Betrieb, und auf Grund der seitdem gemachten Erfahrungen baut die Maschinenfabrik von James Bertram & Son in Edinburgh jetzt (1891) Einrichtungen von der in Fig. 819 dargestellten Art. Hier wird das auf der Papiermaschine angefertigte Papier nicht unmittelbar geleimt, sondern aufgerollt und nach Bedarf bei $A$ auf die Leimmaschine gelegt. Von hier wird es in den bis zu halber Höhe gefüllten Leimtrog $B$ geführt, worin der Leim von einem mit Dampf geheizten hohlen Kupferboden auf mittlerer Temperatur erhalten wird. Das Papier geht unter den Tauchwalzen *dipping rolls* $C$ durch, zwischen die messingnen Quetschwalzen $D$, welche die überschüssige Lösung auspressen, und wird dann bei $E$ aufgewickelt. Bei $E^1$ und $E^2$ liegen mit Leim getränkte Papierrollen, und von $E^3$ aus wird das Papier auf die Trommeln geführt. Diese sind auch hier leicht gebaut und am Umkreis mit hölzernen Stäben versehen. Der Raum zwischen den Stäben ist mit Drahtgeflecht ausgefüllt, damit

Fig. 819.




keine Papierstücke in das Innere gelangen können, wo sich die Windflügel drehen. Diese fächeln das geleimte Papier mit Luft, welche von den unter dem Trockner liegenden Heizröhren $H$ erwärmt ist. Das Papier wird zwischen endlosen leinenen Bändern geführt, die über Scheiben $F$ laufen und in Fig. 819 mit strichpunktirten –.–.–.–.– Linien angegeben sind. Die Trommeln werden, ähnlich wie gewöhnliche Trockencylinder, durch Zahnräder von zwischenliegenden Zahnrädchen

$K$ in Bewegung gesetzt. Die Windflügel werden mit punktirt ..... gezeichneten Seilen von Seilscheiben $I$ aus getrieben. Jedes Seil geht von $I$ aus über kleinere Scheiben $i$ und dann der Reihe nach über die Seilscheiben aller zu der Gruppe gehörigen Windflügel. Die Papierbahn ist durch volle Linien dargestellt. Das von der letzten Trommel kommende Papier wird über einen kupfernen Kühlcylinder $L$ geführt, durch welchen fortwährend kaltes Wasser fliesst, und dann in $M$ oder $M^1$ aufgerollt. Die Zeichnung soll nur die Art der Anlage verdeutlichen, die mit beliebiger Zahl von Trommeln versehen wird.

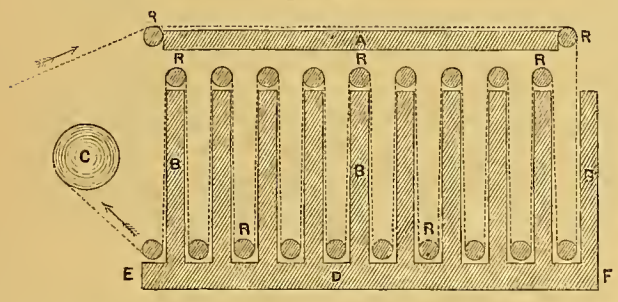
Diese neueste Bauart zeigt, dass in der Anlage der Trommeln in den 20 von 1871 bis 1891 vergangenen Jahren kaum etwas verändert ist, dass aber die endlose Herstellung durch Fortleiten der auf der Papiermaschine angefertigten Bahn unmittelbar in den Leimtrog verlassen wurde. Das Papier wird bei $A$ in Rollen aufgelegt, in $B$ geleimt, wieder aufgerollt und bleibt dann aufgerollt und nass zwei Stunden liegen. Die nasse Rolle $E$ rückt allmälig nach $E^1$ $E^2$ und $E^3$ vor, wo sie zum Trocknen abgerollt wird. Durch diese Lagerung in nassem festgewickeltem Zustand erhält die Leimlösung Zeit und wird gezwungen, das Papier gründlich zu durchdringen. Da hierdurch vermuthlich eine bessere Leimung erzielt wird, so erscheint diese Lagerung des geleimten Papiers in Rollen als ein Fortschritt.

Da die Herstellung solch ungeheurer Trockenvorrichtungen sehr kostspielig ist, hat man in Amerika und anderwärts Einrichtungen anderer Art zu diesem Zweck getroffen, welche sich zum Theil ganz gut bewähren. In einer Papierfabrik in Massachusetts z. B., welche sich auf Anfertigung von Papier zweiter und dritter Güte zu Geschäftsbüchern u. dergl. beschränkt, wurde das von den Trockencylindern kommende Papier 1873 durch einen Leimtrog mit Presse und dann direkt über drei kupferne mit Dampf geheizte Trockencylinder geführt. Je rascher die Trocknung erfolgen soll, desto konzentrirtere Leimlösung muss man anwenden, und im vorliegenden Fall ist der Verbrauch an Leim so gross, dass das ursprüngliche Gewicht des Papiers um zwei Pfund im Ries vermehrt wird. Diese Gewichtsvermehrung ist für den Fabrikanten sehr vortheilhaft, da sie die Kosten der Leimung deckt. In einer der besten französischen Fabriken wird in gleicher Weise verfahren, nur hat man statt der 3 kupfernen 5 eiserne Cylinder, von denen die 3 ersten mit Filz überzogen sind; auch ist das Papier schon vorher in der Masse geleimt und soll durch die Oberflächen-Leimung nur den beliebten Griff und Klang erhalten.

Eine so rasche Trocknung bei hoher Temperatur ist zur Leimung besserer Papiere nicht geeignet; es wird allseitig zugegeben, dass man das mit Gallerte getränkte Papier vor der Trocknung auf geheizten Cylindern wenigstens lange genug mit Luft trocknen sollte, um den Leim sich setzen zu lassen, d. h. ihn so weit zu trocknen, dass er bei der folgenden Anwendung hoher Temperatur nicht mehr zusammenläuft oder gerinnt. In einigen amerikanischen Fabriken geschieht dies, indem man das getränkte Papier unter der Decke des Maschinensaales in nahezu waagrechter Lage hin- und herlaufen lässt, ehe es über darunter befindliche drei Trockencylinder geführt wird. In manchen Fällen empfiehlt sich diese Anordnung dadurch, dass sie keinen werthvollen Raum beansprucht, sie hat aber den Nachtheil, dass die zum Trocknen dienende Luft bei ihrem Weg über die Cylinder schon Feuchtigkeit aufgenommen hat und keine so guten Dienste leistet, als wenn sie trocken wäre.

Ein erfinderischer amerikanischer Papierfabrikant hat 1870 eine Trockenvorrichtung gebaut, welche sich durch Einfachheit und verhältnissmässige Leistung auszeichnet und in Fig. 820 durch einen Aufriss in 1:100 der wahren Grösse dargestellt ist. Das Papier ist durch punktirte Linien angedeutet, es läuft, von dem Leimtrog kommend, in der Richtung der Pfeile über hölzerne Walzen *R R* und wird schliesslich bei *C* aufgehaspelt. Die senkrechten, aus Brettern gezimmerten hohlen Zwischenwände *B*, sowie der auf gleiche Art gebaute flache waagerechte Kasten *A* stehen jeder selbständig mit dem hohlen hölzernen Boden *D* in Verbindung und sind sämmtlich auf den Seiten, über welche das Papier hinzieht, mit zahlreichen Löchern versehen. In dem hohlen Boden *D* liegen Reihen von Heizröhren, in welche von *E* her Dampf tritt, während vom entgegengesetzten Ende *F* durch einen Ventilator Luft eingeblasen wird, welche sich erwärmt, durch die zahlreichen Löcher in *A* und *B* auf das Papier strömt und dann nach beiden Seiten hin entweicht. Der Ventilator mag an irgend einem verfügbaren Platze aufgestellt sein, er muss nur durch ein Rohr mit *D* in Verbindung gesetzt werden. Ueber die auf der Triebseite verlängerten Enden einiger Tragwalzen *R* läuft ein gemeinsamer Riemen, welcher, selbst von einer Riemscheibe getrieben, ihnen seine Bewegung mittheilt und dadurch dem Haspel *C* das Durchziehen des Papiers erleichtert. Die trocknende Oberfläche kann durch Vermehrung der Zwischenwände *B* beliebig vergrössert werden. In des Erfinders Fabrik sind sie etwa 225 cm hoch, 28 cm weit und in solcher Anzahl, dass sie der heissen Luft eine Papier-Fläche von 120 bis 150 m Länge darbieten.

Fig. 820.



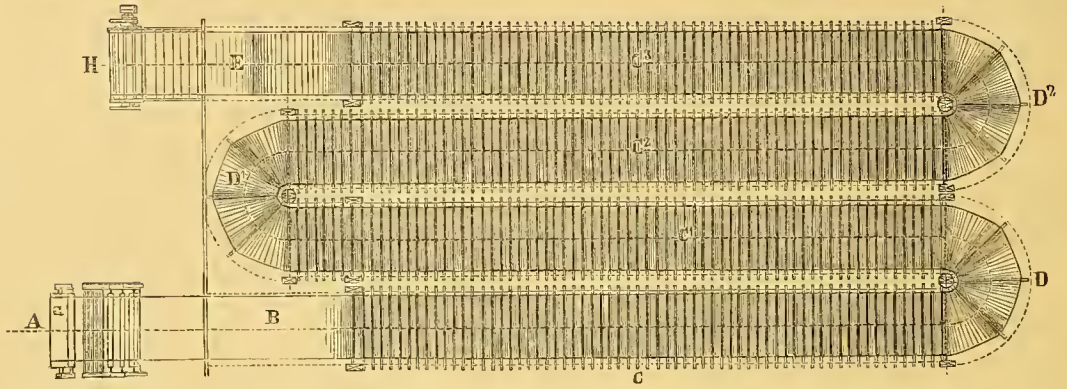

Das Papier könnte auch so geführt werden, dass es da eintritt, wo es in Fig. 820 aufgehaspelt wird, und würde dann entweder am andern Ende gerollt oder sofort in einen Querschneider geleitet. Bei der vorliegenden Einrichtung handelte es sich offenbar darum, möglichst billig zu bauen, und der Haspel *C* ist so weit zurück verlegt worden, um die Fortsetzung des Getriebes der Papiermaschine bis an das andere Ende der Trockenvorrichtung zu vermeiden. Das Ganze ist von so einfacher Bauart, dass es von dem Zimmermann und dem Schlosser der Fabrik aus Brettern, Röhren, hölzernen Walzen und einem Ventilator hergestellt werden kann.

**340. Deutsche Leimung und Trocknung in endloser Bahn.** Bei der Erzeugung von Buntpapier und Tapeten wird die Farbe mit thierischem Leim vermischt, mit Färbmaschinen auf in Rollen eingelegtes Papier gestrichen, welches dann auf einen Trockner gelangt, wo es in Schleifen hängend langsam vorrückt, bis es trocken ist und wieder aufgerollt werden kann. Da die deutsche Buntpapier-Fabrikation alle Länder mit ihren Erzeugnissen versorgt und auf diesem Gebiet leitend ist, so entwickelte sich auch der Bau der dazu erforderlichen Maschinen vorzugsweise in Deutschland. Viele Maschinenfabriken beschäftigen sich mit diesem Industriezweig beinahe ausschliesslich und haben darin grosse Erfahrung. Es lag desshalb nahe, die zur Erzeugung von Buntpapier dienenden Einrichtungen für die thierische Leimung zu ver-

werthen, und dies ist mit solchem Erfolg geschehen, dass, wie Verfasser annimmt, mindestens 10 europäische Papierfabriken zur Zeit (1891) mit derartiger Einrichtung versehen sind. Die Maschinenfabrik Akt.-Ges. Ferdinand Flinsch in Offenbach am Main hat an in- und ausländische Papierfabriken sechs Leimmaschinen und Trockner

Fig. 821.

Fig. 822.




dieser Art geliefert, von denen die neueste im Auf- und Grundriss in Figg. 821 und 822 in 1:200 der wahren Grösse dargestellt ist. Hierbei ist *A* die Leimmaschine, auf welcher die Papierrolle *a* abgewickelt und mit Leimlösung versehen wird. In *B* legt sich das geleimte Papier auf hölzerne Stangen und bildet lang herabhängende Schleifen. Die Tragestangen werden auf 2 Ketten fortgeführt, gehen mit dem darauf hängenden Papier über den geraden Theil *C* des Gestells, drehen sich im Halbkreis *D* und gelangen durch die geraden Strecken $C^1 C^2 C^3$ und Halbkreise $D^1 D^2$ zum Ende *E*, wo sich die Stangen wieder selbstthätig ablegen, und das jetzt trockene Papier im Roller *H* wieder aufgewickelt wird.

Fig. 823.

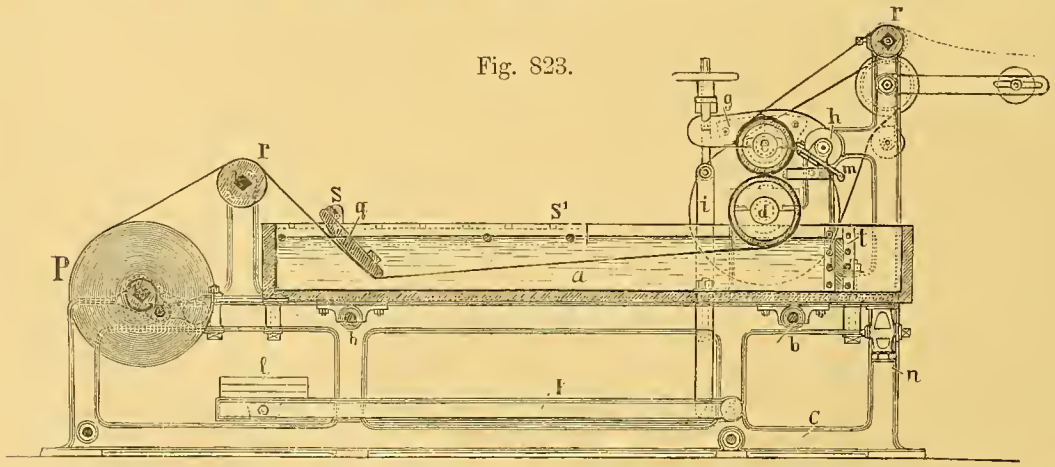
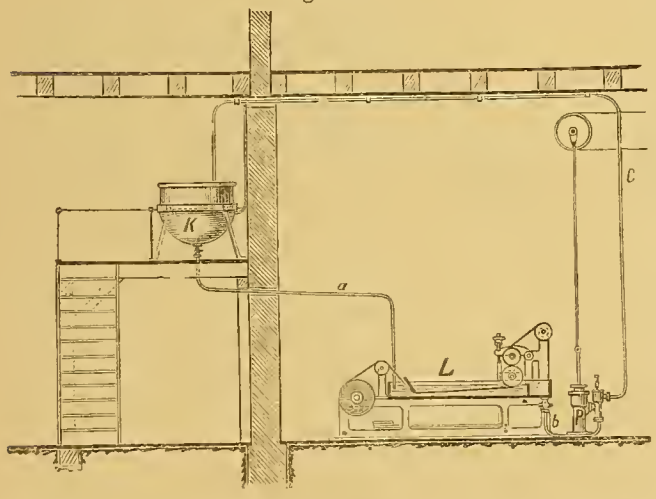



Fig. 823 ist ein Längsschnitt des Leimtrogs *A* in 1:25 der wahren Grösse. Das Papier wickelt sich von der Rolle *P* ab und gelangt von der ersten Leitwalze *r* aus

in die im Kasten $a$ durch eine Heizschlange gleichmässig erwärmte Leimlösung. Diese steht in dem hölzernen mit Kupferblech ausgeschlagenen, auf Querstangen $b$ ruhenden Kasten stets bis zur Höhe der Ueberlaufswand $t$, und was über diese wegfliesst, kann durch Hahn abgezogen werden. Das Papier wird von dem Spannbrett $q$ tief eingetaucht gehalten und geht zwischen den Walzen $d$ und $e$ durch, über die zweite Leitwalze $r$ weg zum Trockner. Die gusseiserne mit Gummi überzogene Walze $d$ ruht in festen Lagern der Gestelle $c$ und ist zum Antrieb mit Fest- und Losscheibe versehen. Die auf ihr liegende gusseiserne Walze $e$ mit Kupfermantel lagert in Hebeln $g$, die sich in $h$ drehen und durch Stangen $i$, Hebel $k$ und Gewichte $l$ mehr oder weniger belastet, d. h. nach unten gedrückt werden können. Schaber $m$ dient zum Reinhalten der Walze $e$. Das Spannbrett $q$ ruht mit seinen Drehzapfen $s$ in Lagern, die sich in der Längsrichtung bis zum Punkt $s^1$ verschieben lassen. Wenn das Spannbrett bei $s^1$ liegt, durchläuft das Papier die kürzeste Strecke in der Leimlösung. Durch Verstellung des Spannbretts $q$ hat man es also in der Hand, die Zeit des Eintauchens zu regeln. Ausserdem kann man mit Hilfe der Kegelriemscheiben, welche zum Antrieb der Maschine dienen, das Papier langsamer oder rascher durchziehen und es dadurch mehr oder weniger Leim aufnehmen lassen.

Anstatt eine Heizschlange in den Kasten $a$ zu legen, kann man auch die in Fig. 824 in 1:100 der wahren Grösse dargestellte Einrichtung treffen. Aus dem hochstehenden mit Dampfmantel versehenen Leimgefäss $K$ läuft durch Rohr $a$ Leimlösung im Ueberfluss in den Kasten $L$, während eine Leimpumpe $P$ die überschüssige Leimlösung durch Rohr $b$ ansaugt und durch Rohr $c$ in das Leimgefäss zurückpumpt. Durch diesen Umlauf von in $K$ erwärmter Leimlösung wird der flüssige Inhalt von $L$ gleichmässig warm erhalten.

Fig. 824.




Der an die Leimmaschine anschliessende Stabaufleger $B$ ist aus Fig. 821 ersichtlich. Zwei parallel laufende Ketten $b^3$ ohne Ende laufen über zwei Kettenrollen $b^1$ am untern und zwei glatte lose Kettenrollen $b^2$ am oberen Ende in schräger

Fig. 825.

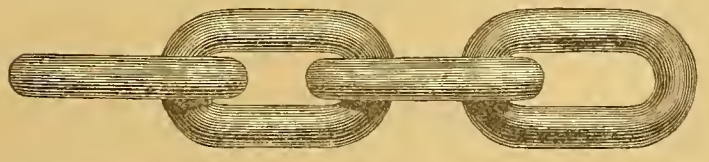
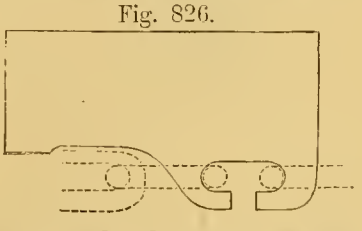


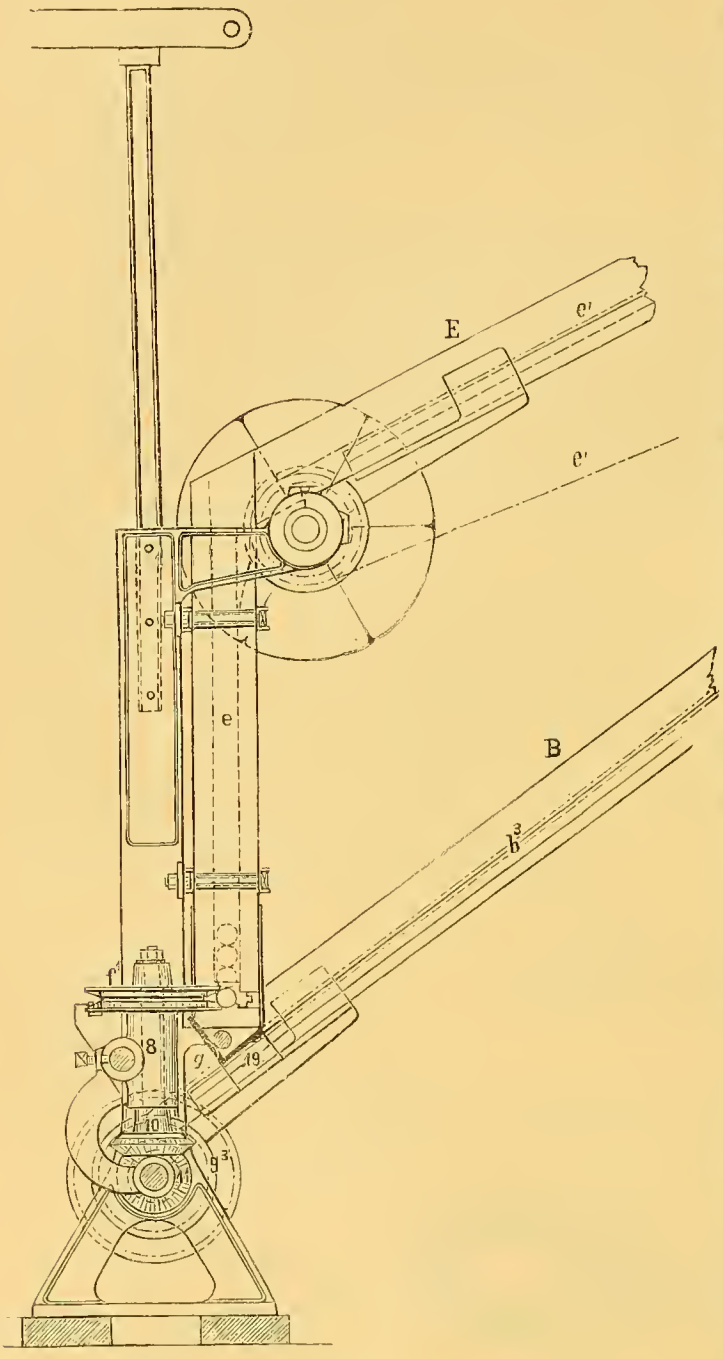
Fig. 826.



Richtung und führen die auf ihnen liegenden Tragstangen nach oben, wo andere waagrechte Ketten sie aufnehmen und weiterführen. Der obere die Stäbe tragende

Theil der Ketten läuft in Uförmigen Führungsschienen, und die Ketten $b^3$ werden von am Boden befestigten Rollen $b$ gespannt erhalten. Einige Glieder solcher Ketten sind in Fig. 825 in wahrer Grösse dargestellt. Zum Mitnehmen der daraufliegenden Stäbe sind die aufsteigenden Ketten in genau gleichen Abständen mit Nasen versehen, die an Stelle eines Kettengliedes eingeschaltet werden. Die Skizze Fig. 826 zeigt deren Form in etwa 1:2 der wahren Grösse.

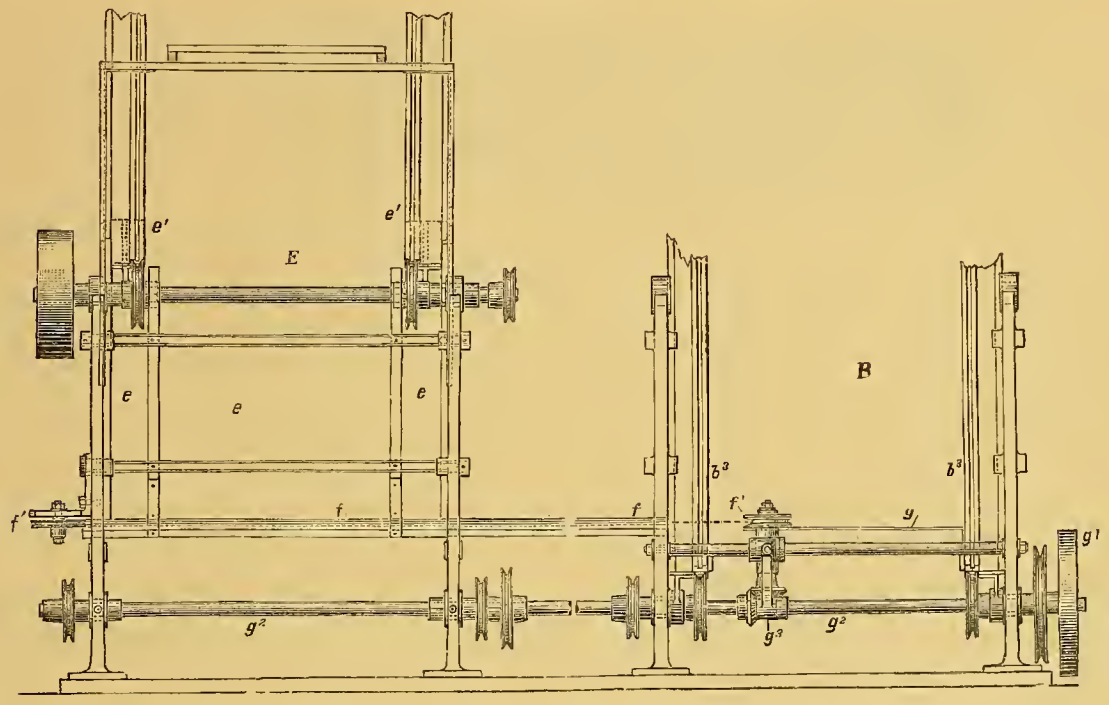
Fig. 827.




Der Stabaufleger $B$, Fig. 822, ist zum Theil in Fig. 827 in grösserem Maassstab gezeigt, er erhält seine Stäbe von dem Stabableger $E$ am Ende des Trockners, welcher die von der Strecke $C^3$, Fig. 822, kommenden leeren Stäbe aufnimmt. Ab- und Aufleger stehen somit im Zusammenhang und sind in Fig. 828 in 1:20 der wahren Grösse im Aufriss besonders dargestellt. Die von den Ablegeketten $e^1$ kommenden Stangen fallen in den aus Latten bestehenden Behälter $e$, wo sie, wie aus Fig. 827 ersichtlich ist, senkrecht aufeinander liegen. Eine waagrecht laufende Kette $f$, Fig. 828, deren Kettenrollen $f^1$ in den Ab- und Auflegern $EB$ angebracht sind, fasst mit nach Skizze Fig. 829 (1:2 der wahren Grösse) geformten Nasen, welche anstelle von Kettengliedern eingesetzt sind, die jeweils zu unterst in $c$ liegende Stange und schiebt sie in eine anstossende, von $E$ bis $B$ reichende hölzerne Rinne. Diese Kette $f$ läuft in Uförmigen Schienen, unter denen die hölzerne Rinne liegt. In dieser hölzernen Rinne werden die von Nasen erfassten Stäbe fortgeschoben, bis sie am

Ende in die etwas tiefer liegende offene Rinne $g$ fallen und aus dieser, wie oben beschrieben, von den Nasen der Ketten $b^3$ erfasst und von neuem auf den Trockner befördert werden. Der letzte Theil der Rinne unter $f$ ist nicht offen, sondern ringsum geschlossen, damit der Stab, wenn er um mehr als die Hälfte seiner Länge darüber hinaus gegangen ist, nicht umkippt und die ihn schiebende Nase verlässt. Wenn die Nasen der Ketten $b^3$ und $f$ gleich weit auseinander stehen, wird in der Rinne $g$

Fig. 828.




nie mehr als ein Stab liegen. Der Aufleger $B$ wird von der Riemscheibe $g^1$ mit der durchgehenden Welle $g^2$ in Bewegung gesetzt. Die waagrechte Kettenrolle $f^1$ erhält ihren Antrieb von der Welle $g^2$ aus durch ein Kegelradgetriebe $g^3$. Die Ablege-Ketten werden von dem Roller $H$ (Fig. 822) aus angetrieben.

Fig. 829.

Von der Leimmaschine $A$ geht die Papierbahn über die Führungswalze $b^4$, Fig. 821, und hängt von da nach unten, bis einer der auf Ketten $b^3$ aufwärts geführten Stäbe darunter greift und mit ihr auf die waagrechte Kettenstrecke $C$ gelangt. Da sich die Ketten der Strecke $C$ viel langsamer als die aufsteigenden von $B$ bewegen, so legen sich die Stäbe darauf in gleichen, viel kürzeren Entfernungen ab. Zwischen je zwei Stäben bilden sich dabei die »Hängen«.

Als Tragwalze $b^4$ kann ein Lattenhaspel dienen, doch wird besser eine Saugwalze von der in Figg. 830 und 831 dargestellten Art genommen, die das Papier ansaugt und es, da sie selbst angetrieben wird, weiterbefördert. Die in der Oberfläche der Walze $c$ angebrachten Nuthen $r$—$s$ bilden ebensoviele offene Kanäle, die

im Kopf $f$ münden, der sich mit der Walze dreht. In dem am Gestell befestigten Teller $h$ befinden sich nur ein oder zwei Löcher, in welche das mit der Luftpumpe verbundene Rohr $g$ mündet. Nur diejenigen ein oder zwei Kanäle $r$—$s$ werden daher ausgepumpt, welche sich zur Zeit der Saugöffnung gegenüber, d. h. an der

Fig. 830. Fig. 831.

Stelle befinden, auf welcher das Papier liegt. Wenn die Papierbahn nicht breit genug ist, um die Kanäle zu bedecken, so werden sie an den Seiten mit Papier beklebt, welches für breiteres Papier wieder aufgeritzt wird. Da nur ein oder zwei Kanäle ausgepumpt werden, beansprucht die Luftpumpe nur wenig Kraft. Die Einrichtung ist desshalb besser als die an gleicher Stelle angewandten ringsum gelochten Blechcylinder, aus denen die Pumpe mit grosser Gewalt saugen muss, um das Papier anzuziehen, weil die Luft durch die nicht bedeckten Löcher ungehindert einströmt.

In Fig. 834 ist ein Grundriss der ersten zwei Strecken des in Fig. 822 dargestellten Trockners gegeben, dem die Ablegeketten mit Uebertragungs-Einrichtung angefügt sind. Fig. 832 giebt einen Schnitt nach $G$—$H$, Fig. 833 nach $A$—$B$, Fig. 835 nach $E$—$F$, Fig. 836 nach $C$—$D$. Die Ketten $b^3$ bringen die Stöcke oder Stäbe mit dem darauf hängenden Papier bis auf ihre Kettenrollen 1 und 2, Fig. 834, von wo sie auf die langsam laufenden waagrechten Ketten 7 und 8 übergehen. Die Rollen 3 und 4 dieser Ketten sitzen lose wie 1 und 2 neben diesen auf gemeinsamen Zapfen und haben kleineren Durchmesser, so dass die von Nasen, Fig. 826, geschobenen Stöcke über 3 und 4 weggehen und erst beim Niedergang auf den Ketten 7 und 8 liegen bleiben, indem die Nasen unter den Stöcken weggehen und diese noch etwas von sich wegdrängen. Zur Erleichterung des Uebergangs der Stöcke auf die Ketten 7 und 8 sind an den Trägern 5 und 6 der Rollenzapfen schräge Gleitbahnen befestigt, die aus Schnitt $G$—$H$, Fig. 832, erkenntlich sind. Dadurch, dass die langgestreckten Nasen die Stöcke auf diese schrägen Bahnen schieben, werden sie von den Rollen entfernt, ehe sie auf die langsamen Ketten 7 und 8 gelangen. An dieser Stelle befinden sich an den Trägern 5 und 6 bewegliche in der Zeichnung weggelassene Vorsprünge, welche verhindern, dass der Stock von dem darüberhängenden Papier zurückgezogen wird.

Die waagrechten Strecken 7, 8, 9, 10 bestehen aus einer einzigen Kette ohne Ende, die in Uförmigen, von an der Decke befestigten Böcken 11 getragenen Schienen läuft. Von der glatten Rolle 4 geht die Kette durch Strecke 8 über die im Träger 13 gelagerte glatte Rolle 12, dann senkrecht abwärts bis zum Fussboden, dort über 2 Spannrollen 14, 15, Fig. 835, senkrecht aufwärts über die im Träger 17 gelagerte glatte Rolle 16, durch Strecke 10, Fig. 834, über die gezahnte Rolle 18 am Träger

Fig. 832.

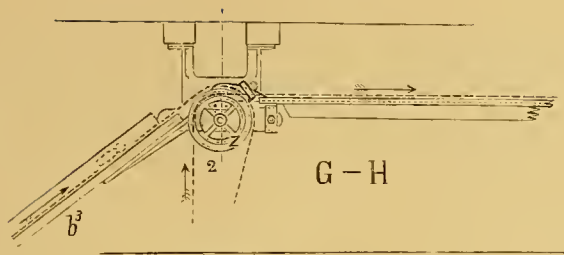



Fig. 833.

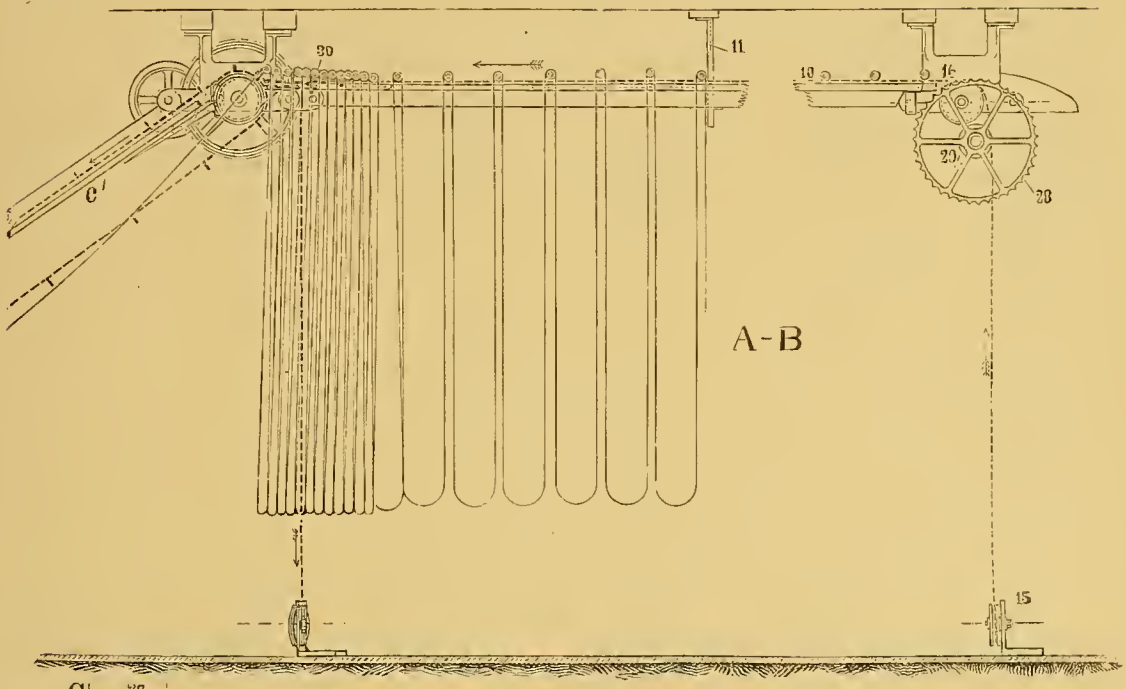
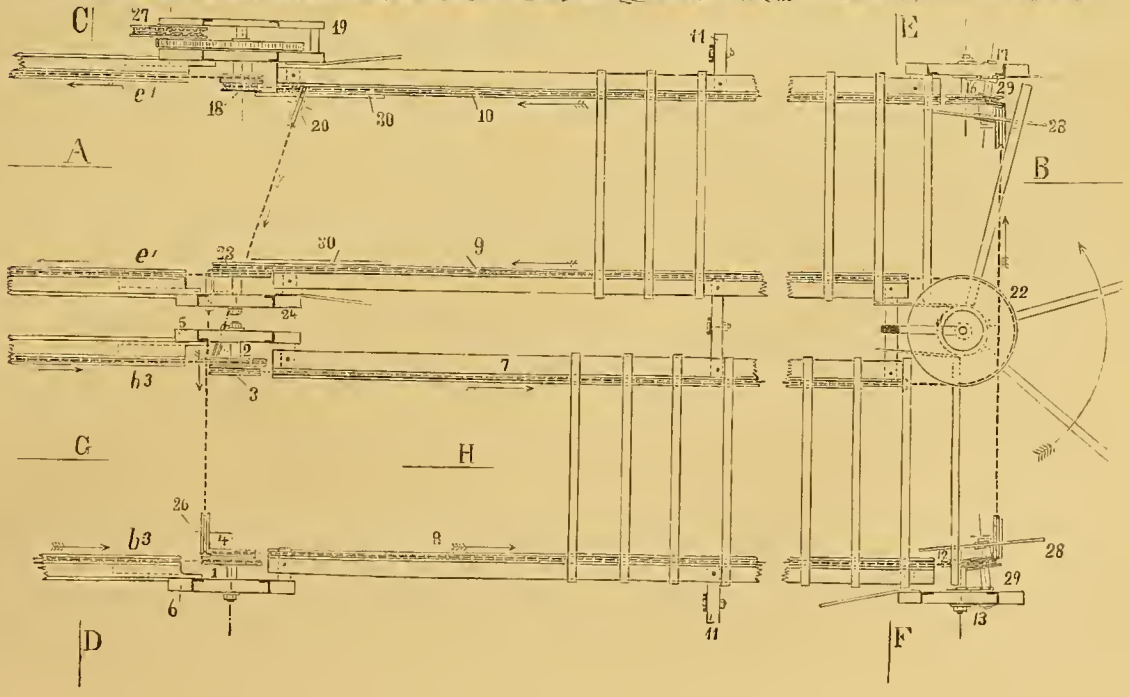



Fig. 834.



19 wieder hinab und über 2 Spannrollen 20, 21 am Fussboden, Fig. 836. Von hier geht sie wieder aufwärts über die glatte Rolle 3 am Hänger 5, durch Strecke 7, Fig. 834, um die grosse waagrechte glatte Rolle 22 durch Strecke 9, über die glatte Rolle 23 am Träger 24 hinab nach dem Fussboden, dort über Spannrollen 25, 26 und wieder aufwärts, bis sie sich mit dem von Rolle 4 herabhängenden Ende vereint, und womit die Kette geschlossen ist.

Der Antrieb der ganzen Kette wird von der Welle $g^2$, Fig. 828, aus durch eine endlose Kette, welche das gezahnte Kettenrad 27, Figg. 834 und 836, und

Fig. 835.

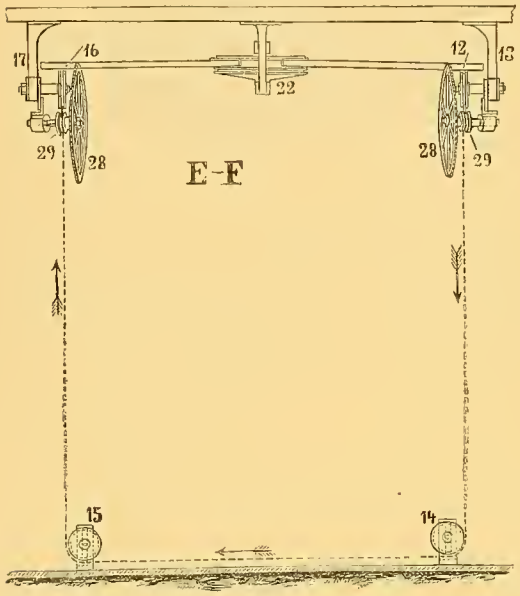
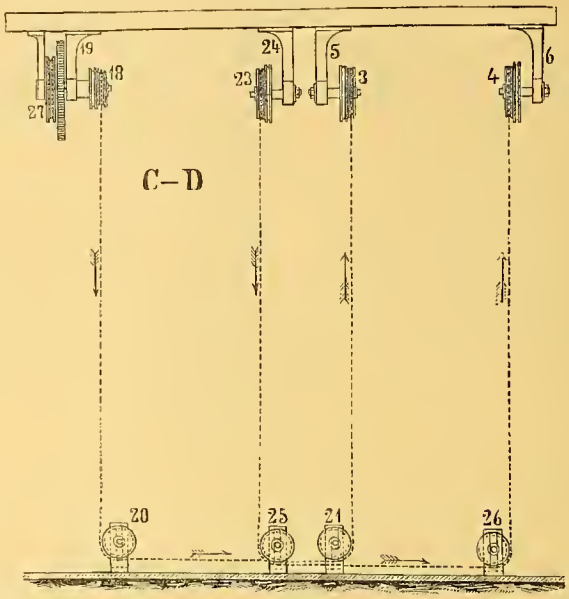



Fig. 836.

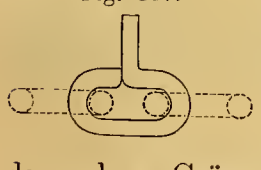



durch Vermittelung eines Stirnräder-Paares das gezahnte Kettenrad 18 in Bewegung setzt. Die Kettentheile 7 und 8 führen die Stöcke mit dem Papier vorwärts bis an die Umkehrung, und 9 u. 10 bringen das Papier zurück bis an die nächste in Fig. 822 angegebene Umkehrung, wie durch Pfeile angezeigt. Der Trockner Fig. 822 hat drei solcher Umkehrungen, deren wichtigster Theil der Umkehrteller 22, Fig. 834, ist. Er besteht aus einer grossen auf senkrechter Welle drehbaren Kettenrolle ohne Zähne, die von der um sie gelegten Kette gedreht wird. Zu diesem Teller 22 gehört ein obenauf liegender runder Deckel, dessen untere Seite rauh ist. Ein zwischen Teller und Deckel liegender Ring hält beide so weit auseinander, dass der Zwischenraum etwas mehr als die Stockdicke beträgt. Der Deckel ist so geformt, dass radial zwischen beide Theile gesteckte Stöcke nur bis zu einem gewissen Kreis gegen die Mitte vordringen können. Die aufrecht stehenden Glieder der Kette ragen um soviel über den innern Rand des Tellers 22 hervor, dass sie die aufgelegten Stäbe noch mitnehmen können. Wenn nun ein Stock auf den Ketten 7 und 8 ankommt und auf Teller 22 und Kettenscheibe 12 liegt, so würde sein äusseres Ende bei der Weiterbewegung von Rolle 12 herabfallen, wenn nicht unterhalb 12 ein Rad 28 sässe, welches dadurch seine Drehung erhält, dass ein damit verbundenes gezahntes Röllchen 29 von der nach unten laufenden Kette 8 (Fig. 833) mitbewegt wird. Das äussere Stockende legt sich in eine

der am Rand von 28 angebrachten Einkerbungen, wird langsam herabgetragen und der Stock erhält, da sich sein inneres Ende zwischen Teller 22 und Deckel klemmt, eine schiefe nach aussen herabhängende Lage. In dieser frei schwebenden Lage wird er vom Teller 22 im Halbkreis herumgetragen, bis sein äusseres Ende von dem zweiten eingekerbten Rad 28 aufgenommen und auf die langsam laufende Kette 10 gelegt wird. Die äusseren Stockenden stehen im Halbkreis der Kehrung nur ebensoweit auseinander wie sie auf den Ketten 8 und 10 liegen, während die innern viel dichter zusammenliegen. In der Zeichnung Fig. 834 soll die Lage der Stöcke nur angedeutet sein. Das über je zwei Stöcke hängende Papier bildet desshalb am äusseren Rande eine viel weiter ausgezogene Falte als innen, und die Erweiterung der Falten wird um so grösser, je breiter die Papierbahn ist. Erfolgt das Trocknen sehr rasch, so kann es bei breitem Papier vorkommen, dass der untere gebogene Theil der weit ausgezogenen Falte rascher trocknet als der enger hängende, dass das Papier an dieser Stelle steif wird und sich nachher auf der geraden Bahn nicht wieder glatt zusammenbiegen lässt, sondern Falten und Knicke bekommt. Die Akt.-Ges. Ferdinand Flinsch baut desshalb auch Umkehrungen, bei denen die Stöcke innen viel dichter als in Fig. 834 zusammenliegen, folglich auch die äusseren Enden näher zusammenkommen, und das Papier dort in den Hängen nicht so weit auseinander gezogen wird. In dem äusseren Halbkreis läuft dann auch eine in U-Schiene liegende Kette, auf welcher die äusseren Enden der Stöcke ruhen. Will man das ungleichmässige Trocknen sicher vermeiden, so nimmt man Hänger, über die man nur bogenbreites Papier oder doch nur zwei bogenbreite Bahnen nebeneinander laufen lässt. Am besten scheint es aber, dass man die Umkehrungen ganz vermeidet und den Trockner nur in einer langen Bahn baut, wie er in einigen deutschen Papierfabriken in Anwendung ist. In diesem Fall, wie auch bei allen Anlagen mit 2, 4 oder 6 Umkehrungen, wo das trockene Papier nicht an dem Ende ankommt, wo die Leimmaschine steht, muss eine besondere Einrichtung zum Zurückführen der Stöcke getroffen werden. Die Bedienung ist auch mühsamer und kostspieliger, wenn Roller und Leimmaschine an entgegengesetzten Enden stehen. Es wird daher von diesen Rücksichten, sowie auch von dem vorhandenen Raum abhängen, ob man dem Trockner nur eine lange Bahn oder eine ungerade Zahl von Umkehrungen giebt. Eine gerade Zahl von Umkehrungen, bei denen man nicht nur die Mängel der letzteren hat, sondern auch die Stellung des Rollers am anderen Ende, wird sich immer vermeiden lassen.

Die auf der zweiten oder vierten Bahn auf den Ketten 9 und 10, Fig. 834, ankommenden Stöcke gelangen am Ende ihrer Bahn auf schräg ansteigende Leisten 30, auf denen sie von den nachfolgenden Stöcken, wie in Fig. 833 dargestellt, dicht zusammengeschoben werden. Ergreift der Arbeiter das herabhängende vordere Ende der Papierbahn, führt es über den Stabableger *E* weg in den Roller *II*, Fig. 822, und setzt diesen in Bewegung, so wird das Papier aufgerollt und so gespannt, dass der erste Stock über die rauhe hohe Vorderkante der Leisten 30 weggezogen wird. Er fällt wie seine Nachfolger auf Ketten $e^1$, Fig. 833, deren obere Bahnen in Uförmigen Schienen gleiten, und deren Glieder vielfach mit senkrecht hochstehenden Haken von der in Fig. 837 in 1 : 2 der wahren Grösse skizzirten Form versehen sind.

Fig. 837.



Von diesen Ketten werden die Stöcke in den Lattenbehälter *e* abgeliefert

und aus diesem, wie früher beschrieben, an den Stabaufleger *B* zurückbefördert, wo mit sie einen völligen Kreislauf beenden, um ihn von neuem zu beginnen.

An den Stellen wo das Papier auf den Stöcken liegt trocknet es weniger gut als wo es frei hängt und wird dort leicht faltig. Seit einigen Jahren werden desshalb die Stöcke so eingerichtet, dass sie sich bei der Vorwärtsbewegung auf den Ketten um ihre eigene Achse drehen, dass also fortwährend eine andere Stelle der Papierbahn mit dem Holz des Stockes in Berührung kommt, und das Papier gleichmässig trocknet.

Fig. 838.

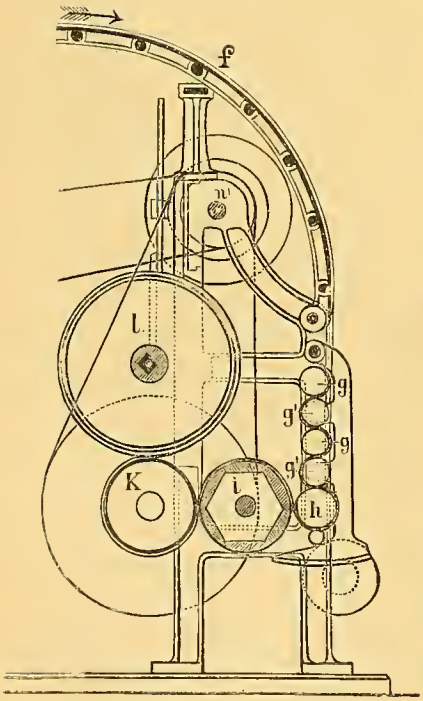
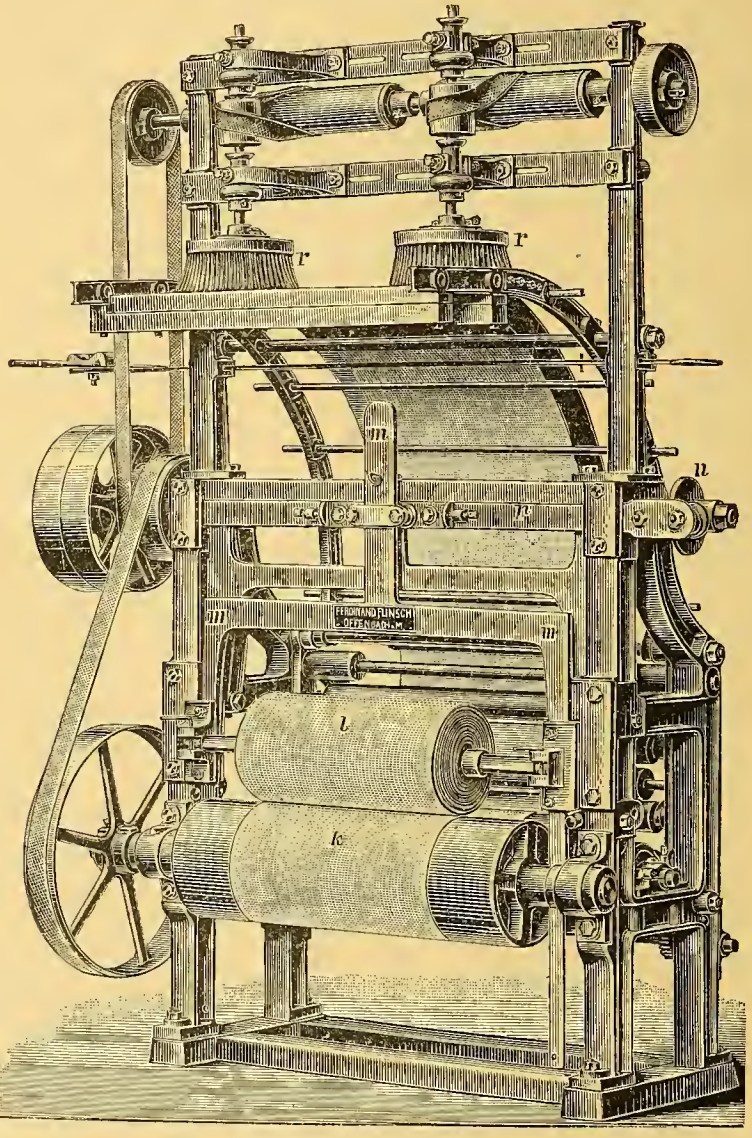



Fig. 839.




Kräftige schwere Papiere werden, wenn sie trocken sind, so steif, dass sie sich gegen das Ende der Trockenbahn hin nicht mehr eng um die Stöcke falten und sich nicht mehr von denselben regieren lassen. Der letzte Theil der Bahn auf

dem Trockner muss dann sorgsam überwacht werden, damit rechtzeitig Abhilfe getroffen werden kann.

Der patentirte Roller *H*, Fig. 822, ist in Fig. 838 in 1 : 20 der wahren Grösse durch einen Querschnitt, welcher in der Hauptsache nur den Lauf des Papiers zeigt, und in Fig. 839 nach einer Photographie dargestellt. Das in der Richtung des Pfeils, Fig. 838, über die Tragwalzen des Bogens *f* geführte, schwarz gezeichnete Papier geht schlangentörmig zwischen den Spannwalzen *g* $g^1$ durch, dann um Walzen *h i*, bis es auf die eigentliche Rollwalze *k* gelangt und auf die darauf liegende Rollwelle *l* mit Holzhülse gewickelt wird. Auf dem Bogen *f* wird das Papier durch seitliche Leisten in richtiger Lage erhalten und je nach der Papiersorte in den Walzen *g* $g^1$ mehr oder weniger gespannt. Dies bewirkt man dadurch, dass man mittels Hebels und Getriebe die beiden auf gemeinsamen Hebeln gelagerten Walzen $g^1$ mehr oder weniger tief zwischen die Walzen *g* treten lässt. Da man überdies die Walzen *g* $g^1$ und *h i* mittels Druckschrauben bremsen und auch feststellen kann, so hat man es in der Hand, das ungespannte Papier allmälig so zu spannen, wie es zu gutem Rollen erforderlich ist.

Die Lager der Rolle *l* sitzen, wie Fig. 839 zeigt, auf einer Gabel *m*, deren nach oben verlängerter Stiel an einer waagerechten schmiedeisernen Stange *p* geführt ist. Das Gewicht des Bügels *m* mit der Rollwelle *l* erzeugt genügende Reibung auf der Trommel *k*, um das Papier fest auf *l* zu wickeln. Mit dem Wachsen der Papierrolle *l* steigt sie mit ihrer Gabel *m* in die Höhe. Die Stange *p*, an welcher Gabel *m* geführt wird, erhält dabei von der auf die Haupttriebwelle $n^1$ gekeilten schrägen Scheibe *n*, welche zwischen zwei Stahlrollen der Stange *p* greift, eine hin- und hergehende Bewegung, durch welche die Lager der Rollwelle *l* abwechselnd gehoben und gesenkt werden. Infolge dieser Schaukelbewegung liegt bald die eine, bald die andere Kante der Papierrolle *l* auf der Trommel *k*, und es wird dadurch möglich, auch sehr schwache Papiere, sogar solche, die an einer Kante dünner sind als an der andern, fest und faltenlos, zu Rollen mit geraden Stirnflächen an den Enden, zu wickeln.

Geleimte Papiere, die bei der beschriebenen Trocknung oft wellig und uneben ausfallen, werden durch diese Schaukelbewegung in Verbindung mit der Spannvorrichtung gerade gelegt.

Die Ränder mancher Papiere rollen beim Trocknen stark ein und knicken oder reissen dann beim Aufrollen. Um dies zu verhindern, bringt die Akt.-Ges. Ferdinand Flinsch in manchen Fällen die in Fig. 839 mit *r* bezeichneten runden Bürsten an, welche die Ränder bei der Ankunft auf dem Roller glatt legen. Diese Bürsten können nach der Papierbreite mehr oder weniger zusammengerückt werden. Die von ihnen glatt gelegten Ränder können sich nicht wieder aufrollen, weil das Papier sofort über den Führungsbogen und durch die Spannwalzen gezogen wird.

Die Maschine wird zum Aufwickeln von zwei Bahnen eingerichtet, wenn gleichzeitig zwei geleimt und getrocknet werden.

Die Leistung der vorliegenden Trocken-Einrichtung hängt von der Art des Papiers, der Stärke der Leimlösung, der Temperatur und besonders von der Ventilation des Saales ab. Ein Papier von 140 g Gewicht auf das Quadratmeter, welches mit 10 prozentiger Leimlösung nachgeleimt wurde, brauchte eine Trockenzeit von

1 Stunde. Der Saal war gut ventilirt und hatte eine Temperatur von 25° C. Bei einer Aufhängerlänge von 60 m konnte man also ununterbrochen arbeiten, sobald das Papier mit 25 m in der Minute aus der Leimmaschine lief. Das Papier war trocken, wenn es am Ende des Aufhängers ankam.

Bei einer Papierbreite von 1800 mm und einer Schwere von 140 g auf das qm wurden also in der Stunde bei ununterbrochenemBetrieb 378 kg Papier fertig.

Bei einer solchen Anlage ist vor allem dafür zu sorgen, dass dem Trockner nur staub- und kohlefreie reine Luft zugeführt wird, weil sich die Verunreinigungen der Luft leicht auf das geleimte Papier setzen. Von der Menge der durchgeführten Luft, von dem Zug hängt mehr als von allen anderen Einrichtungen das Trocknen im wesentlichen ab. (Vergl. Seite 890.) Ein deutscher Fabrikant feiner Papiere, welcher einen Trockner mit einer einzigen geraden Bahn benutzt, der im zweiten Stockwerk steht, führt diesem die Luft aus dem untern Stockwerk in möglichst gleichmässiger Vertheilung zu und führt sie durch Ventilationshüte im Dache über dem Trockner ab. Er erhält dadurch so kräftigen Zug, dass bei nur 45 m Länge des Trockners die Temperatur stets unter 20° C. bleiben kann. Infolge des guten Zuges würde seiner Ansicht nach sogar ein Trockner von 30 m Länge genügen.

**341. Italienische Leimung und Trocknung.** In Italien hatte sich die Papierfabrikation von allen Ländern Europas anfangs am meisten ausgebreitet (s. Seite 5), und dort sind auch noch die meisten Papiermühlen alter Art zu finden. Dieselben haben ihren Absatz bei der an Büttenpapier gewöhnten Bevölkerung, besonders Süditaliens. Die Maschinenpapier-Fabrikation muss dieser Gewohnheit Rechnung tragen und bemüht sich deshalb Papier zu liefern, welches möglichst die Eigenschaften und das Aussehen von Büttenpapier, besonders dessen rauhe Ränder aufweist.

In der von Herrn Corrado Nodari geleiteten Papierfabrik des Hauses Vonwiller & Co. zu Romagnano Sesia, Italien, wird zu diesem Zwecke Papier auf der Seite 877 beschriebenen Cylinder-Maschine hergestellt. Die geringeren Papiere werden vom Nassfilz der in Fig. 800 dargestellten Maschine genommen und in Bogen über Trockencylinder geführt. Die feinsten Sorten erfahren jedoch nach der Abnahme vom Filz dieselbe Behandlung wie geschöpftes Papier. Die Bogen werden gepresst, zugerichtet und durch Aufhängen an der Luft getrocknet.

Alle diese mit Dampf oder an der Luft getrockneten Papiere werden in dem Seiten 882—84 beschriebenen Nodari'schen Kasten geleimt und dann nach einem Verfahren getrocknet, welches dem Ingenieur Angelo Graffigna in Deutschland unter Nr. 30 534 patentirt ist. Figg. 840 und 841 geben 2 Schnitte in 1:100 der wahren Grösse des danach in Romagnano Sesia gebauten Trockenthurms.

Nachdem die Bogen mit Leimlösung getränkt sind, werden sie von Mädchen auf Rahmen *H* gehängt, welche an Galle'schen Ketten *g* in dem 16 m hohen Thurm auf- und niedergehen. Die Rahmen sind 6,8 m lang und bestehen aus 4 Querhölzern *H*, $H^1$, $H^2$, $H^3$, welche durch die zum Aufhängen dienenden mit weichen Holzstäben gefüllten Messingröhren verbunden und von einem gespannten Eisendraht *h* zusammengehalten werden. Die Rahmen sind je nach ihrer Breite mit 8—10 solcher Röhren-Stäbe versehen, sie hängen frei an Stiften der Ketten *g* und

sind so vertheilt, dass die auf einem Rahmen hängenden Bogen die Bogen eines anderen Rahmens auch beim Wenden der Ketten auf den oberen und unteren Kettenrollen

Fig. 840.

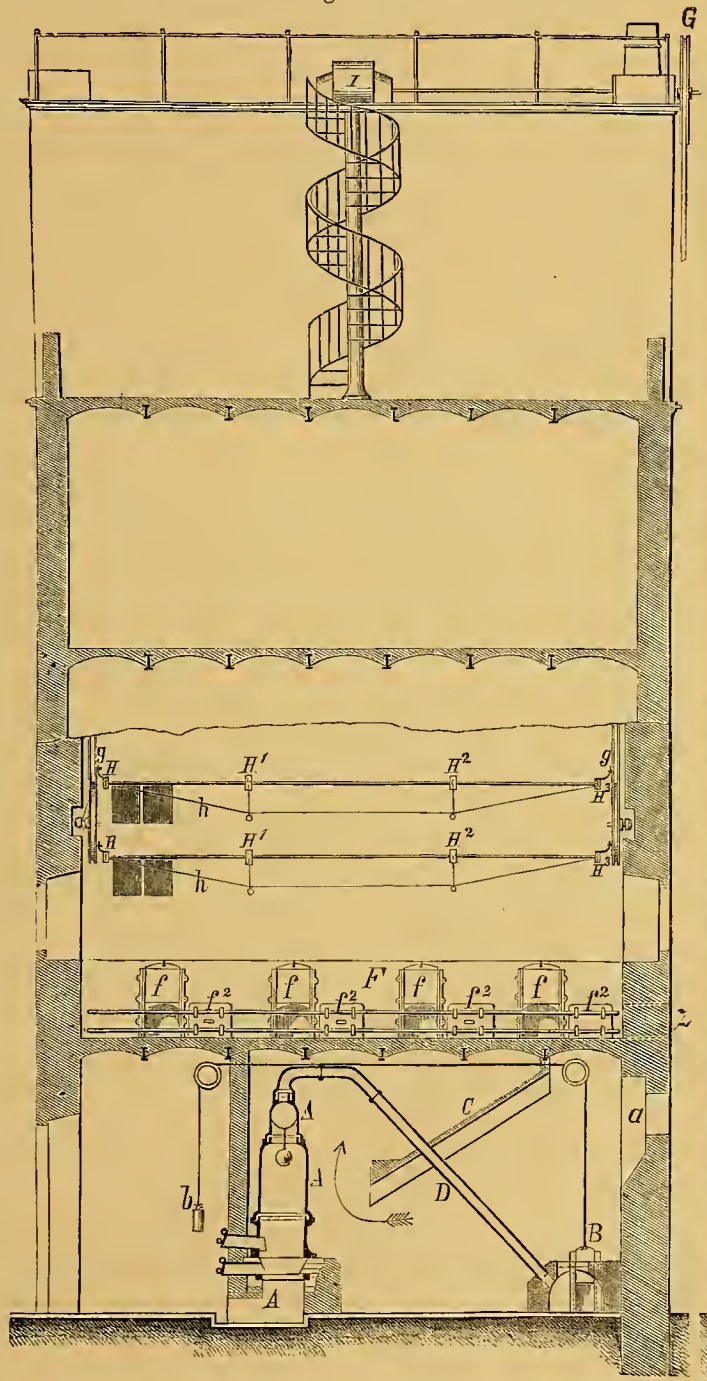
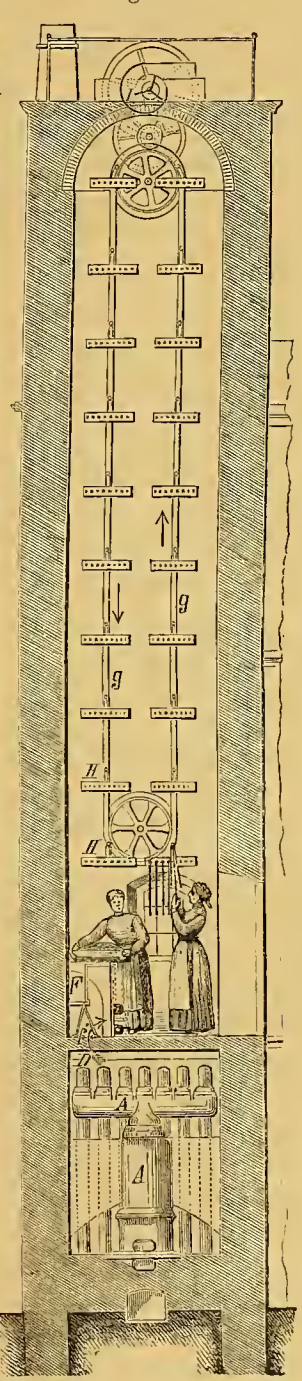



Fig. 841.




nicht streifen. Das Aufhängen der nassen Bogen erfolgt, wie in Fig. 841 gezeigt, mit Rechen von der Seite 893 beschriebenen Art, während die Ketten in Be-

wegung sind. Durch das Aufhängen gleicher Mengen Bogen auf die Stäbe jedes über den Arbeiterinnen wegziehenden Rahmens wird das Gleichgewicht des Kettenzugs erhalten.

Die Zufuhr warmer Luft erfolgt von dem unteren Raum aus, dessen Ofen *A* von aussen geheizt wird. Auch der Zugschieber *B* des Schornstein-Fuchses, in den die Feuergase durch Rohr *D* gelangen, wird von aussen durch Gewicht *b* geregelt. Die durch eine Fensteröffnung *a* eintretende Luft wird durch die schräge Wand *C* zum Ofen geleitet, dort erwärmt und steigt durch Oeffnungen der Gewölbe in den seitlichen Kanal *F*, aus dem sie durch die Schieberöffnungen in den Thurm tritt. Ehe die warme Luft den Kanal *F* verlässt, strömt sie an Bändern $f^1$ aus Baumwolle oder anderem brennbarem Stoff vorbei, deren jedes einen Schieber *f* in aufgezogener Stellung wie in Fig. 740 erhält. Wird die Luft so heiss, dass sie dem Papier im Thurm schaden könnte, so verbrennt oder verkohlt sie auch die Bänder $f^1$ so, dass diese die Schieber *f* nicht mehr hoch halten können, dass dieselben niederfallen und die Ausströmungsöffnungen schliessen. Dieser Verschluss kann ausserdem für alle Oeffnungen durch Schieber $f^2$ bewirkt werden, die in gemeinsamen Führungsstangen gleiten. Ueber dem Thurm ist ein von Seilscheibe *G* getriebener Ventilator oder Bläser *I* angebracht, der mechanisch bewegt wird und sowohl Luft aus dem Thurm saugen als auch hinein blasen kann. Sobald die Kettenrahmen *H* in beschriebener Weise mit Papier gefüllt sind, schliesst man den Thurm und regelt die Trocknung mit dem Ofen *A* und Sauger *I* so, dass dieselbe anfangs nur sehr langsam vor sich geht. Erst zum Schluss lässt man stark saugen und beschleunigt die Trocknung, um den Leim zu erhärten. Nachdem das Papier etwas vorgetrocknet ist, darf die Temperatur keinesfalls über 30, womöglich nicht über 24 ° C. steigen. An warmen Sommertagen wird desshalb dadurch gekühlt, dass man vom Ventilator *I* einen Luftstrom oben einblasen und die feuchte Luft unten durch eine Maueröffnung *Z* ins Freie abziehen lässt.

Will man tadellose Leimung erzielen, so muss man langsam trocknen und das Papier etwa 12 Stunden im Thurm lassen — je länger desto besser. Dünne Papiere von weniger als 70 g auf das qm und feine Sorten bleiben auch 24 Stunden darin. Ungeleimtes Papier lässt sich dagegen in 3 Stunden trocknen, und für solches ist schnelle Trocknung sogar vortheilhaft, weil es dann die Leimlösung besser aufsaugt. Endloses Maschinenpapier, welches thierisch geleimt werden soll, wird in Bogen geschnitten und in demselben Thurm getrocknet.

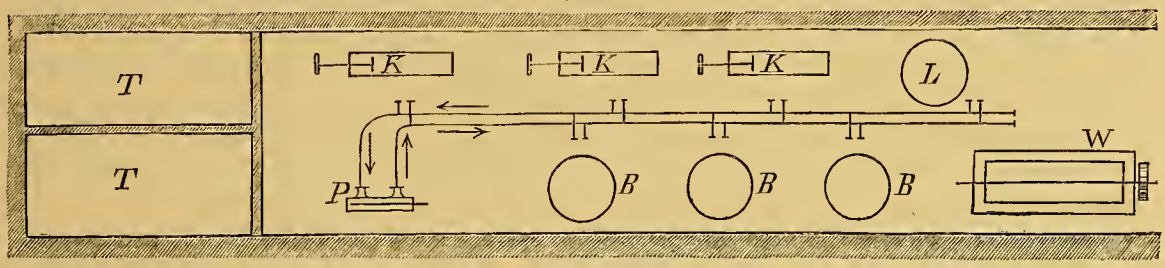
Sechs Mädchen füllen die Ketten-Rahmen in 2 Stunden und entleeren sie in etwa $^1/_2$ Stunde. Wenn der Thurm nebst Einrichtung gut gebaut und ausgestattet ist, bedarf er nach der in Romagnano Sesia gemachten Erfahrung keiner Aufsicht und keiner Kosten für Unterhaltung. In 7 Jahren sind keine Ausbesserungen oder Störungen vorgekommen, und der Thurm ist (1891) noch in gutem Zustand, bei einer Leistung von täglich 500 kg thierisch geleimtem Papier. Zum Betrieb ist keine besondere Kenntniss, sondern nur die eines mit der Leimung vertrauten Papiermachers nöthig.

Graffigna hat in seinem Patent auch einen Kanaltrockner mit waagerecht liegender Kette beschrieben, der Thurm ist jedoch wegen leichteren Ganges der Kette und regelmässigeren, besseren Luftdurchzuges vorzuziehen.

In Fig. 842 ist der Grundriss der ganzen Einrichtung zum Leimen skizzirt und aus demselben ersichtlich, dass zwei Trockenthürme *I* von 7 × 2,5 m Weite

am Ende der Leimküche stehen. Aus Figg. 840 u. 841 sind die an die Thürme stossenden Räume, sowie die Treppe, auf welcher man zum Ventilator *I* gelangt, ersichtlich. Statt der nur beispielsweise gezeichneten Rahmen *H* hat jeder Thurm in Romagnano Sesia 28 Rahmen. In dem an *T*, Fig. 842, anstossenden Raum befinden sich zu ebener Erde die Waschtrommel *W* für die Lederabschnitte, der Leimkocher *L*,

Fig. 842.



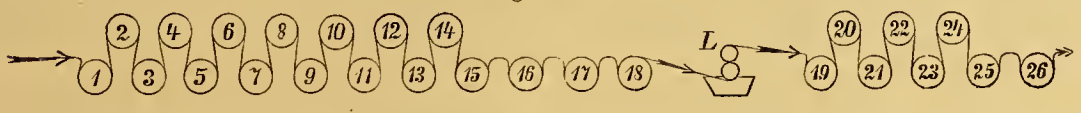

drei Vorrathsbütten *B* für gekochten Leim, Pumpe *P*, sowie drei Leimkasten *K* von der Seite 883, Figg. 801 und 802, beschriebenen Art. Die Pumpe *P* entnimmt den Behältern *B* die Leimlösung, fördert sie in die Kasten *K* und bringt sie ebenso aus diesen nach *B* zurück. Die kupfernen Saug- und Druckleitungen der Pumpe *P* laufen an der Decke der Leimküche hin und haben Abzweigungen für den Leimkocher *L*, die Bottiche *B* und Kasten *K*, mit welchen sie bei Bedarf durch Kuppelungen nach Art der Spritzenschläuche verbunden werden. Die freien Stutzen werden in gleicher Weise mit solchen messingnen Verbindungsstücken geschlossen. Die Pumpe *P* fördert etwa 60 l in der Minute und besteht aus Weissmetall und Bronze.

Die Leimlösung wird immer wieder benützt, bis sie verdorben ist, d. h. in Gährung übergeht, was bei immer neuem Anwärmen in 2 bis 3 Tagen eintreten kann. Bei regelmässigem Betrieb ist diese Gefahr jedoch ausgeschlossen.

In der Münchener Fabrik der München-Dachauer Akt.-Ges. für Papierfabrikation dient ein solcher Thurm seit 1890 mit Erfolg zum Trocknen der geleimten auf einer Sembritzki'schen Schöpfmaschine (Seiten 872—76) hergestellten Bogen.

**342. Leimmaschine mit Cylinder-Trockner.** In der Fabrik der Fox River Paper Company in Appleton in Wisconsin, Amerika, ist seit Anfang 1889, also seit mehr als 2 Jahren, eine Maschine in Betrieb, auf der das auf Langsieb angefertigte Papier getrocknet, thierisch geleimt und dann wieder auf Cylindern getrocknet wird. In der Skizze Fig. 843 ist der Theil der Maschine gegeben, welcher

Fig. 843.




von den üblichen Einrichtungen abweicht. Die von dem Sieb und den Pressen kommende Papierbahn wird auf den Cylindern 1—18 von je 3 Fuss (90 cm) Durchmesser getrocknet, dann durch den Leimtrog mit Presse *L* geführt und erhält hier einen Ueberzug von thierischem Leim. Dann gelangt das Papier auf die Trockencylinder 19—26, wird dann geglättet, aufgerollt oder in Bogen geschnitten.

Nach einem amerikanischen Patent erhält man gleichmässigere und gründlichere Leimung, wenn man das vom Trockencylinder 18 kommende Papier abkühlt, ehe es in den Leimtrog geht, und es zu diesem Zweck über mit durchlaufendem Wasser gekühlte Walzen oder Cylinder gehen lässt. Die einfache in Appleton ausgeführte Trocknung des mit Leim getränkten Papiers auf den üblichen Cylindern ist wahrscheinlich aus dem Grund bisher nirgends im Gebrauch, weil man annimmt, dass die frisch geleimte Papierbahn an den Cylindern kleben bleibt. Die Fox River Paper Company glaubte anfangs diese Gefahr dadurch zu überwinden, dass sie die ersten drei Cylinder, also 19, 20 und 21, mit dünnem Baumwollstoff bekleidete. Dieses Mittel scheint jedoch nicht die erwarteten Dienste geleistet zu haben, da man sich jetzt (1891) damit begnügt, den ersten Cylinder 19 mit Papier zu bewickeln. Dies geschieht auch nur, um den Cylinder gegen Rosten zu schützen, nicht um das Ankleben zu hindern. Nach diesen Erfahrungen ist die Fabrikleitung zu der Ansicht gekommen, dass es besser wäre, mindestens den ersten Cylinder aus Kupfer zu nehmen. Vielleicht wäre auch der Kaiser'sche im Abschnitt 281, Seite 735 beschriebene Trockner hierzu geeignet.

Trotz dieser Schwierigkeit scheint die erwähnte Maschine gute Dienste zu leisten, wie Augenzeugen versichern, und die dem Verfasser vorgelegten Proben schöner weisser Schreibpapiere zu beweisen scheinen. Die Papiermaschine hat ein Sieb von 50′ Länge und 90″ Breite und dient zur Anfertigung thierisch geleimter Schreibpapiere, welche zwar an Güte den an der Luft getrockneten nachstehen, aber ganz brauchbar und erheblich billiger sind.

**343. Vorzüge und Nachtheile der verschiedenen Leim- und Trocken-Verfahren. Wasserzeichen.** Das für Handpapier übliche natürliche Leim- und Trockenverfahren ist, wie das damit behandelte Papier beweist, noch unübertroffen. Je mehr man die Temperatur der trocknenden Luft erhöht, desto stärkere Leimlösung muss man anwenden, und desto glätter und glasiger wird die Oberfläche des Papiers; je mehr man sich der natürlichen Trocknung nähert, desto besser wird auch das Papier. Durch die grosse Ausdehnung, welche die britischen Trockenmaschinen erhalten haben, ist es möglich geworden, mit sehr mässiger Temperatur zu trocknen. Dagegen ist es nicht zu vermeiden, dass das Papier, welches darauf läuft und fortgezogen wird, stets etwas gespannt bleibt. Durch die Spannung wird aber das unbehinderte Einschrumpfen des Papiers in Richtung seines Laufs, welches eine Hauptursache der Ueberlegenheit der natürlichen Trocknung ist, verhindert. Trotz aller Vorzüglichkeit vieler mit den beschriebenen Trockenvorrichtungen hergestellten Papiere stehen sie desshalb den in Bogen getrockneten nach. Anderseits zeigen sie die besonderen Vorzüge des Maschinenpapiers: gleichmässiges Gefüge, schöne Durchsicht, glatte Oberfläche, und sind dadurch beliebt geworden.

Ein deutscher Fabrikant hat durch Versuche ermittelt, dass harzgeleimtes Papier durch Befeuchten und frei hängendes Trocknen ebenso fest wird, wie thierisch geleimtes und ebenso getrocknetes. Damit ist erwiesen, dass die Leimung geringen Einfluss auf die Festigkeit hat, dass diese aber, wie oben gesagt, wesentlich von der Art der Trocknung abhängt.

Die Trocknung in endloser Bahn findet in Amerika nur für geringere Sorten

Anwendung, während alle feinen Schreibpapiere auf die in Abschnitten 336 bis 338 beschriebene Art behandelt werden.

Die britischen Fabrikanten lassen gewöhnlich auf die Trommeln der Trockner einen Querschneider mit unterbrochner Speisung von der Seite 823 gezeichneten Art folgen, mit dem sie imstande sind, die Bogen so zu schneiden, dass das auf dem Siebe eingedrückte Wasserzeichen ziemlich genau an die gewünschte Stelle kommt. Während die Speisewalzen stillstehen, und der Bogen abgeschnitten wird, kann man prüfen, ob das Wasserzeichen am gewünschten Platze ist und die zu seiner Richtigstellung nöthigen Veränderungen vornehmen. Bei Anwendung der Kneeland'schen Legmaschine dagegen muss man sich eines Querschneiders mit ununterbrochener Speisung bedienen und findet, da das Papier beim Schneiden nie stillsteht, keine Gelegenheit, die Lage des Wasserzeichens zu prüfen.

Die Unmöglichkeit das Wasserzeichen mit dieser amerikanischen Einrichtung an eine bestimmte Stelle des Bogens zu bringen, stand bei tüchtigen europäischen Fabrikanten deren Einführung im Wege. Dieselben wollten nämlich das Wasserzeichen nicht fortlaufend, sondern in die Mitte des Bogens, wie bei Büttenpapier, setzen und verzichteten auf die Maschinenarbeit nach amerikanischer Art, weil dies dabei nicht möglich erschien.

Das Wasserzeichen schadet zwar der Gleichmässigkeit des Papiers, zeigt aber, dass der Fabrikant mit seinem Namen für die Güte desselben einsteht und erweckt dadurch Vertrauen. Es zeigt auch den Verbrauchern, ob und woher sie das gewünschte Papier erhalten und ermöglicht es den Fabrikanten, sich vom Zwischenhandel unabhängig zu machen. Die Zwischenhändler suchen desshalb die Angabe des Namens des Fabrikanten im Papier zu hindern, setzen aber manchmal ihren eigenen ein. Für die Verbraucher wäre es am besten, wenn die Fabrikanten durch Einsetzen ihres eigenen Namens die Güte des Papiers verbürgten.

Sieht man vom Wasserzeichen ab, so erscheint das amerikanische Verfahren insofern vortheilhaft, als es die Trocknung durch Aufhängen der Bogen an der Luft bewirkt, während das Papier bei der englischen Trocknung in der Laufrichtung gespannt wird. Das in Abschnitt 340 beschriebene deutsche Leimverfahren ist von der Papiermaschine unabhängig, liefert bei niedriger Temperatur gut getrocknetes Papier und eignet sich desshalb besonders für solche Betriebe, die nicht fortwährend thierisch geleimtes Papier in grossen Mengen von einer Sorte anzufertigen haben. Es scheint, da es keine sehr grossen Anlagekosten verursacht, noch weiterer Ausbildung und Verbreitung fähig. Die englische Leimung und Trocknung mit vielen Windhaspeln erfordert kostspielige Anlage und liefert Massen, die einen grossen Markt für feine thierisch geleimte Papiere brauchen. Einige mit dieser Art der Leimung und Trocknung auf dem europäischen Festland ausgestatteten Anlagen sind wieder eingegangen. Auch in den Vereinigten Staaten von Amerika hat die englische Leimung keine Verbreitung erlangt, obwohl die Verbraucher dort an feine thierisch geleimte Papiere gewöhnt sind, und tüchtige englische Arbeiter zur Verfügung stehen. Dem Verf. ist auch nicht bekannt, dass eine Leimmaschine amerikanischer Art irgendwo in Europa Eingang gefunden hat, obwohl dieselbe seit 1873 durch die erste in drei Sprachen erschienene Ausgabe dieses Buches zu allgemeiner Kenntniss gebracht wurde.

Dieses Festhalten an der eigenen Herstellungsweise in Amerika, England

und dem europäischen Festland wird hauptsächlich daher rühren, dass die Fabrikanten es leichter finden, mit im Lande gebauten Maschinen zu arbeiten, für welche eingearbeitete Leute vorhanden sind. Es ist überdies schwer, für eine auf neue Art hergestellte und vom bisher Gewohnten verschiedene Waare rasch einen Markt zu finden, der grosse Mengen aufnimmt. Dies gilt besonders für das europäische Festland, wo man an mit Harz geleimtes Papier gewöhnt ist und sich mit der glatten härteren Oberfläche des thierisch geleimten erst befreunden muss.

Das in Abschnitt 341 beschriebene italienische Verfahren ist noch nicht verbreitet genug, um ein abschliessendes Urtheil zuzulassen, erscheint aber nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen zur Erzeugung mässiger Mengen durch seine Einfachheit sowie geringen Anlage- und Betriebskosten zweckmässig.

# THEIL VII.

## ZURICHTEN (APPRETIREN, *FINISHING*), GLÄTTEN, SCHNEIDEN, LINIIREN USW.

**344. Zurichten geringer Papiere** In Amerika werden Papiere geringer Qualität, einschliesslich Zeitungsdruck, bei der Abnahme vom Querschneider roh sortirt, dann abgezählt und in Abtheilungen von 12 Bogen in der Mitte gefaltet. Achtzig solcher Halbbuche werden gewöhnlich aufeinander gelegt, in starkes Packpapier gehüllt und mit kräftiger Hanfschnur zusammengebunden. Das ganze Erzeugniss der Fabrik wird auf diese Weise in Päcke gebracht, welche ein Mann leicht handhaben kann, und die sich ohne Mühe öffnen und wieder schliessen lassen. Bindfaden und Packpapier bringen weder dem Fabrikanten noch dem Käufer Verlust, da die Päcke brutto gewogen werden, und der Verbraucher gewöhnlich auch wieder Verwendung dafür hat. Diese Art der Verpackung in Bündel *bundles* von je zwei Ries, oder bei sehr schwerem Papier von nur einem Ries, ist zwar kost-

spieliger als die in Europa übliche Verpackung in Ballen, aber sehr einfach und bequem. Ein tüchtiger Zurichter *finisher* zählt, faltet, verpackt und wägt 2000 bis 4000 Pfund Druckpapier in einem Tage. Fabriken, welche sich auf Anfertigung dieser und geringerer Sorten beschränken, bedürfen daher verhältnissmässig wenig Raum zum Zurichten, in vielen Fällen genügt sogar ein starker Tisch in einer Ecke des Maschinensaales.

Der Werth geringer wie feiner Papiere steigt mit ihrem Aussehen, und es ist desshalb in den meisten Fällen rathsam, ihnen durch Pressen und Glätten hübschere Oberflächen zu ertheilen. Will man keine Presse verwenden, so erreicht man schon Aehnliches, wenn man die Bogen in möglichst hohen Stössen aufeinander legt, welche, mit Brettern bedeckt und mit Gewichten beschwert, über Nacht stehen bleiben. Ihr eigenes Gewicht in Verbindung mit dem aufgelegten bringt dabei eine gelinde Pressung hervor.

Für feinere Papiere ist der Zurichtsaal von grosser Wichtigkeit, da er die Glättwerke, Schneid- und Liniirmaschinen, hydraulische und Stempelpressen enthält.

**345. Glätten des Papiers.** Die Geschichte der Entdeckung des Glättens von Papier wird von englischen Quellen folgendermaassen erzählt:

Zu Ende des 18. Jahrhunderts kannte man noch kein Papier mit glatter Oberfläche, Schreibpapier war so rauh, dass es schwierig sein musste, überhaupt darauf zu schreiben. Den Gedanken Papier zu glätten, erfasste damals ein junger Engländer Namens Thomas Turnbull, der dem Papierfach garnicht angehörte, sondern bei einem Herrn Sparrow arbeitete, dessen Geschäft im Glätten oder Pressen und Versenden von Tuch bestand. Ein Todesfall erweckte den Gedanken bei Turnbull und begründete sein Glück.

Herr Sparrow war nämlich gestorben, und seine Wittwe wollte ihren Kunden mit gedrucktem Rundschreiben mittheilen, was für Veranstaltungen betreffs des Geschäfts getroffen worden waren. Das Papier dieses gedruckten Schreibens hatte die übliche rauhe Oberfläche, und dem jungen Turnbull schoss der Gedanke durch's Gehirn, dass die bedruckten Blätter wesentlich verschönert werden könnten, wenn er sie wie Seiden- und Tuchstoffe zwischen Glanzpappen dem Druck der schweren Presse unterwürfe. Er versuchte es und fand die Verschönerung des Papiers so wesentlich, dass sich die Ansicht, es sei mit der Entdeckung ein Geschäft zu machen, unausrottbar bei ihm festsetzte.

Er besass Thatkraft und Selbstüberwindung genug, um von da ab so viel zusammen zu sparen, dass er bald nachher in Booth Street, Spitalfield, London, ein kleines Geschäftslokal miethen und Pressen aufstellen konnte. Der Anfang seiner Geschäfts-Thätigkeit war sehr schwierig, da er Druckern und Verlegern persönlich seine Dienste anbieten musste. Er wurde oft als Störenfried und Neuerer verhöhnt, aber nach und nach fanden sich die Spötter doch genöthigt in die Fusstapfen der unternehmenden Verleger zu treten, welche geglättetes Papier eingeführt hatten, und es entstand grosser Bedarf. Das Verfahren wurde dann auch auf Karton ausgedehnt, und Thomas Turnbull hatte den Grund zu einem glänzenden Geschäft und Ruf gelegt.

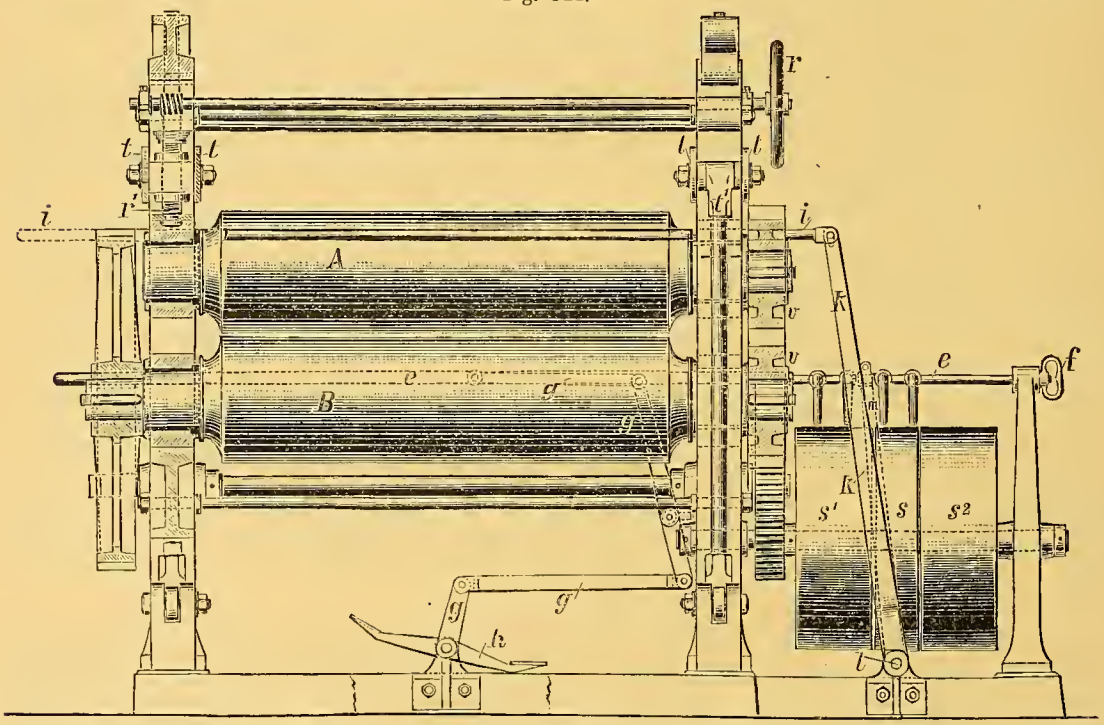
**346. Walzwerke** (Satinirmaschinen) *Plate calenders.* Ehe Walzenglättwerke eingeführt waren, mussten alle feinen Papiere, zwischen Metallplatten liegend, durch Walzenpaare geführt werden, welche einen starken Druck auf sie übten — und in manchen Fällen wird diese Methode heute noch vorgezogen. Das Papier wird zu diesem Zwecke in Stössen von 20 bis 30 Bogen, die zwischen Zink- oder Kupferplatten liegen und oben und unten mit feinen Glanzdeckeln belegt sind, durch das Walzwerk geführt.

In Figg. 844 und 845 ist beispielsweise ein von Wilh. Ferdinand Heim in Offenbach a. Main gebautes Walzwerk dieser Art in 1 : 20 der wahren Grösse dargestellt. Der Stoss Metallplatten mit zwischenliegendem Papier wird auf den polirten Holz- oder Eisentisch *p*, Fig. 845, gelegt und zwischen die Walzen *A* und *B* ge-

schoben, deren untere $B$ von der Riemscheibe $s$, Fig. 844, durch Vermittlung zweier Stirnrad-Paare in Drehung versetzt wird. Die Lager-Gehäuse der oberen Walze sind mit Schraubenbolzen $r^1$ verbunden, die sich mittels Schneckentriebs gemeinsam vom Handrad $r$ aus drehen lassen. Hierdurch kann man vom Handrad $r$ aus beide Zapfen und damit auch die Walze $A$ heben und senken und die Durchgangs-Oeffnung zwischen $A$ und $B$ nach Bedarf verringern oder erweitern. Beide Schraubenbolzen sind durch Muffen mit zweischenkeligen Hebeln $t$ verbunden, von denen sie durch Vermittlung der Zugstangen $t^1$ und Hebel $t^2$ von Gewichten $t^3$, Fig. 845, auf die Zapfenlager der Walze $A$ gedrückt werden. Auf die zwischen $A$ und $B$ durchgehenden Plattenstösse wirkt also nicht nur das Gewicht der Walze $A$, sondern auch das durch Hebelübersetzung vervielfältigte Gewicht $t^3$. Zwei Stellspindeln $a$, die unter die Hebel $t$ greifen, sorgen dafür, dass diese, und mit ihnen die Walze $A$, nicht zu weit herabgepresst werden können, und stets ein angemessener Durchgangsraum zwischen den Walzen bleibt, wenn sie auch leer laufen.

Die durch die Walzen gehenden Platten gelangen auf eine polirte Holz- oder Eisenplatte $q$, von welcher sie durch einen zweiten Arbeiter nach Umkehrung

Fig. 844.

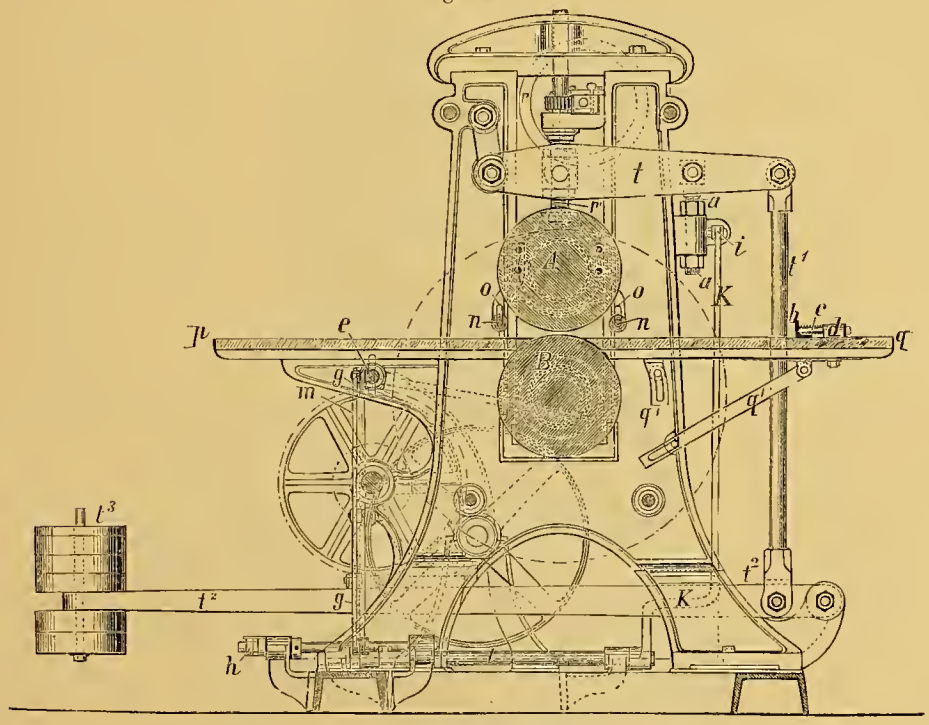



der Bewegung zurückgeschoben werden. Bei dem Walzwerk Figg. 844/845 wird dieser zweite Arbeiter durch den Anstosswinkel $b$, Fig. 845, entbehrlich, welcher an beiden Enden mit Federstiften $c$ versehen ist, aber doch unter dem Druck der dagegen geschobenen Platten nur soweit zurückweichen soll, dass diese eben aus den Walzen $AB$ treten, aber dieselben noch berühren. Die Augen $d$ sind die Widerlager der Spiralfedern $c$ und lassen sich nach der Länge der Platten und Bogen einstellen. Um das Zurückschieben des Plattenstosses zu erleichtern, kann man mit den in Schlitzen verstellbaren Tragarmen $q^1$ der Platte $q$ eine nach den Walzen hin abfallende Lage geben.

Die obere Walze $A$ wird von der untern $B$ durch zwei Verbindungsräder $v$, Fig. 844, angetrieben, deren Zähne so lang sind, dass sie noch in Eingriff bleiben, wenn die Walzen 25 mm auseinander stehen. Wenn diese Oeffnung nicht genügt, kann man noch zwei Räder zwischen die auf den Walzen sitzenden schalten und ermöglicht es dadurch, die Walzen bis zu 50 mm auseinander zu stellen, ohne dass ihre Räder ausser Eingriff kommen.

Zum Antrieb des Walzwerks sind wegen des Vor- und Rückgangs ein offener und ein gekreuzter Riemen erforderlich. Wenn die Walzen in Thätigkeit sind, läuft einer der Riemen auf der Festscheibe $s$, der andere auf einer der Losscheiben $s^1$ $s^2$, bei Stillstand liegen beide Riemen auf $s^1$ $s^2$. Damit diese Verschiebungen mit der an Stange $e$ befestigten Riemgabel ausgeführt werden können, müssen die Kränze der Losscheiben etwas mehr als doppelte Riemenbreite haben. Die Verstellung der Riemen kann unmittelbar vom Griff $f$ der Stange $e$ aus bewirkt werden. Der Arbeiter, welcher vor dem Einschiebetisch $p$ steht, kann aber auch mit dem Fusstritt $h$ durch Vermittlung der Hebel $g$ die Stange $e$ verschieben und damit Um-

Fig. 845.




steurung oder Stillstand bewirken. Ist der Plattenstoss durchgeschoben, so bewirkt der Arbeiter mit einem Fusstritt Umkehr der Walzenbewegung und damit Rückgang der Platten. Wenn das Walzwerk von 2 Arbeitern bedient wird, also am Tisch $q$ auch einer steht, so hat dieser die Bewegung umzukehren und bewirkt dies mit der Ausrückstange $i$, deren Verschiebung den Hebel $k$ und damit die nach der Vorderseite durchgehende Welle $l$, sowie deren die Stange $e$ fassenden Hebel $m$ etwas dreht.

Um zu verhindern, dass die Arbeiter beim Einschieben der Pakete die Finger zwischen Paket und Walze bringen und Quetschungen erfahren, sind zu beiden Seiten Schutzwälzchen *n* angebracht, die in Schlitzen nach oben ausweichen können, beim Einschieben aber auf dem Paket liegen und die darauf ruhenden Finger zurückhalten.

Hebel und Gewichte haben sich bis jetzt zur Ausübung eines Druckes auf die Zapfenlager der oberen Walze am besten bewährt. Man hat zwar versucht, sie dadurch entbehrlich zu machen, dass man die untere Walze mittels hydraulischen Druckes gegen die obere presste, doch ist die Einrichtung wegen der vielen dadurch entstehenden Unregelmässigkeiten und wegen der sorgfältigen Behandlung, welche sie beanspruchte, wieder verlassen worden.

Da es weder Metallplatten noch Glanzdeckel oder Papier von vollkommener Gleichförmigkeit giebt, so würden sich deren Fehler in dem geglätteten Papier zu erkennen geben, wenn sie stets in gleicher Lage und Ordnung dem Druck der Walzen ausgesetzt würden. Um die Fehler auszugleichen, werden die Platten nach jedesmaligem Durchgang ausgewechselt, d. h. die Bogen werden in veränderter Ordnung zwischen sie gelegt, und je öfter dies geschieht, um so gleichmässiger wird das Papier geglättet, um so mehr Handarbeit wird aber auch beansprucht. Die Platten selbst werden bei dem häufigen Durchgange ausgewalzt, dünn und brüchig und müssen oft erneut werden, auch hat man wegen der verschiedenen Papierformate ein grosses Lager davon zu halten. Das Glätten mit Satinirmaschinen wird dadurch sehr kostspielig und es hat überdies noch den Nachtheil, dass Zink- und Kupferplatten beim Pressen unendlich kleine Metalltheilchen an das Papier abgeben und ihm einen bläulichen oder röthlichen Schein verleihen.

Die Fabrikanten haben sich seit vielen Jahren bemüht, Walzenglättwerke zu bauen, durch welche die Anwendung von Platten unnöthig würde, und in Amerika waren sie 1872 schon seit mehr als zehn Jahren mit solchem Erfolge in Gebrauch, dass man in dortigen Papierfabriken nur ausnahmsweise noch mit Platten glättete. Einige Fabrikanten feiner Papiere hielten an der älteren Arbeitsweise fest, weil nacktes Papier von den Walzen stärker zerdrückt wird, als wenn es zwischen Platten liegend durchgeht. Der Druck, welchen die obere Walze ausübt, vertheilt sich durch Vermittlung der Schutzpappen und Metallplatten auf eine ziemlich grosse Oberfläche, während er sich bei Durchführung von nacktem Papier in der Berührungslinie der Walzen konzentrirt. Es scheint übrigens, dass bei dem Glätten zwischen Platten auch Reibung mitwirkt. Wer sorgfältig beobachtet, wird finden, dass sich bei einem zwischen zwei Walzen durchgegangenen Stoss die Platten stets etwas gegeneinander verschoben also aufeinander und dem zwischenliegenden Papier gerieben haben. Die Reibung ist jedoch bei dieser Art des Glättens so unwesentlich, dass sie gegenüber der durch Druck ausgeübten Wirkung kaum Beachtung verdient.

Wenn es sich darum handelt, die innere Gestaltung der Papiermasse unverändert zu erhalten, d. h. die Oberflächen zu glätten, ohne das Papier auszuwalzen oder dünner werden zu lassen, muss man sich stets der Patten bedienen. Will man das Höchste mit diesem Verfahren erreichen, so muss man die zwischen Platten liegenden Bogen, wie es mit den feinsten Papieren auch geschieht, durch eine Reihe von Satinirwerken gehen lassen, von denen das erste nur geringen und die folgenden

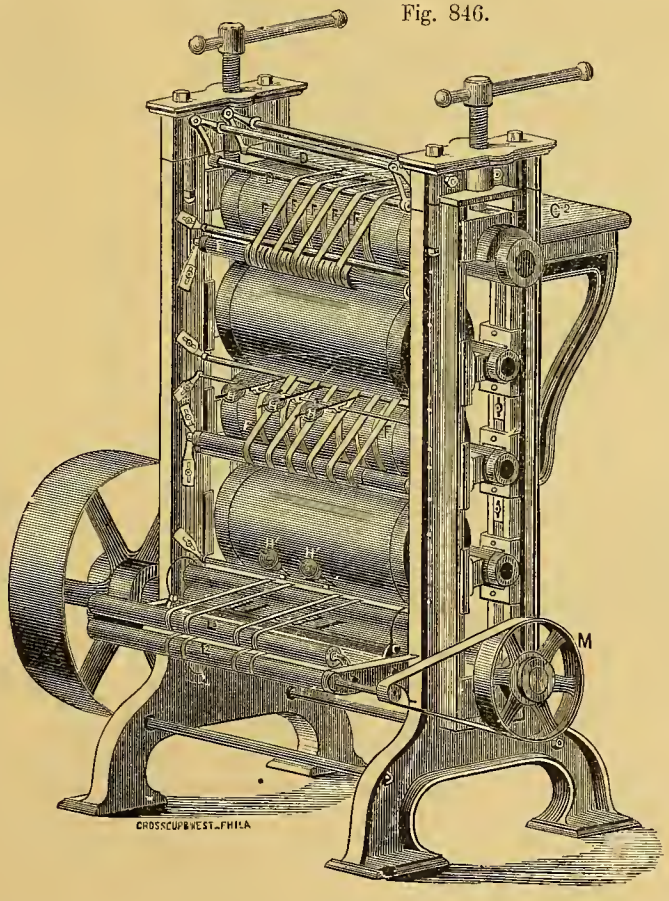
immer stärkeren Druck ausüben, denn nur dadurch wird es möglich, dass die Leistung jeder Pressung der ihrer Vorgänger einigermaassen gleichkommt. Ein einziges Satinirwerk, dessen Belastung bei jedem folgenden Durchgang verstärkt wird, genügt auch. Kupferplatten werden für feine Papiere vorgezogen, weil sie weniger abfärben als Zinkplatten.

Schwere grobe Papiere, welche zu dick und steif sind, um sich um die Walzen zu winden, müssen schon desshalb in Satinirwerken geglättet werden, gewöhnlich werden sie einzeln und nackt wie Pappen durchgeführt.

Manche Papierfabrikanten ziehen für feine oder besonders kräftige Papiere die Plattenglätte der Walzenglätte vor, weil sie glauben, dass sie damit festeres Papier erhalten. W. Schacht, z. Z. (1891) Fabrikdirektor in Weissenfels a. S., wies jedoch durch eingehende vergleichende Versuche, welche in Nr. 48 der Papier-Zeitung von 1890 veröffentlicht sind, nach, dass durch Plattenglätte keine nennenswerth höhere Festigkeit und Dehnbarkeit des Papiers erzielt wird als durch Walzenglätte.

**347. Walzen-Glättwerke für Bogen** *Sheet super calenders.* Fig. 846 ist eine perspektivische Ansicht, Fig. 847 ein senkrechter Durchschnitt, und Fig. 848

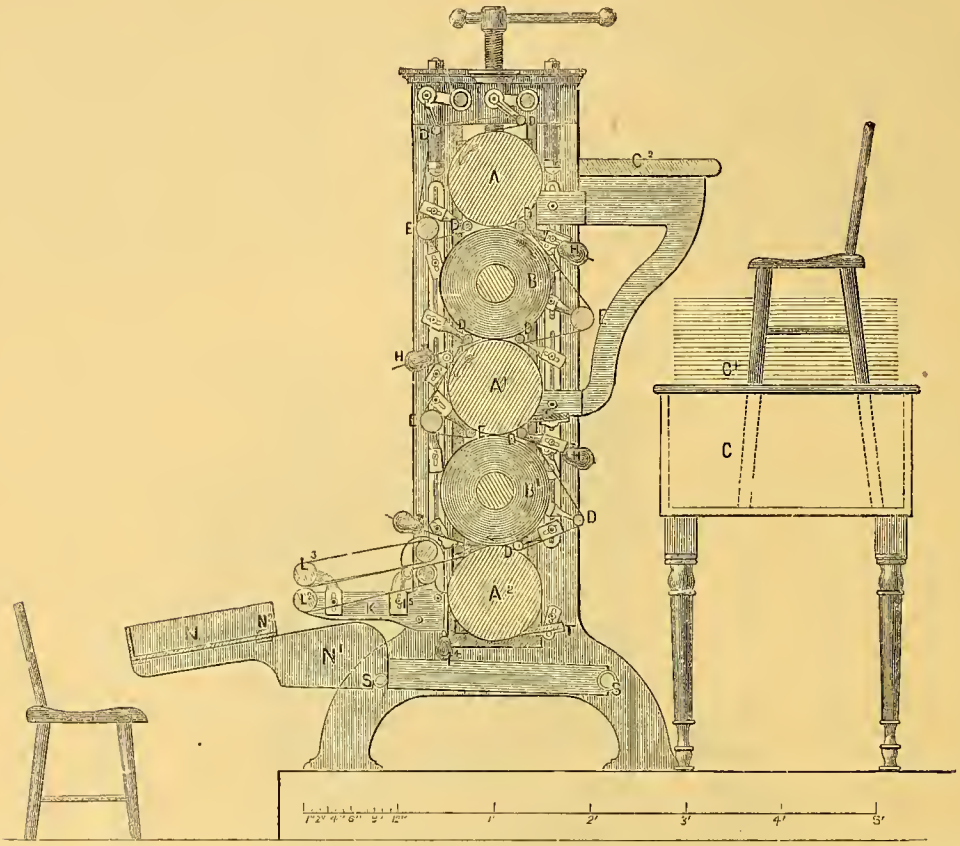
Fig. 846.




ein senkrechter Schnitt der 3 unteren Walzen mit Zubehör in 1:8 der wahren Grösse eines Glättwerks für Bogen, welches 1871 von der Holyoke Machine Company in Holyoke, Massachusetts, gebaut wurde.

Es besteht aus drei Hartgusswalzen $A\ A'\ A^2$ und zwei Papierwalzen $B\ B'$, die möglichst hart aus Leinenpapier gepresst sind. Von einem Stoss Papierbogen $C^1$, welcher auf dem Tische $C$ liegt, nimmt die auf dem danebenstehenden Stuhle sitzende Arbeiterin einen Pack und legt ihn auf den hölzernen Tisch $C^4$ gerade vor die obere Walze $A$. Von diesem Pack schiebt sie die Bogen einzeln, aber

Fig. 847.

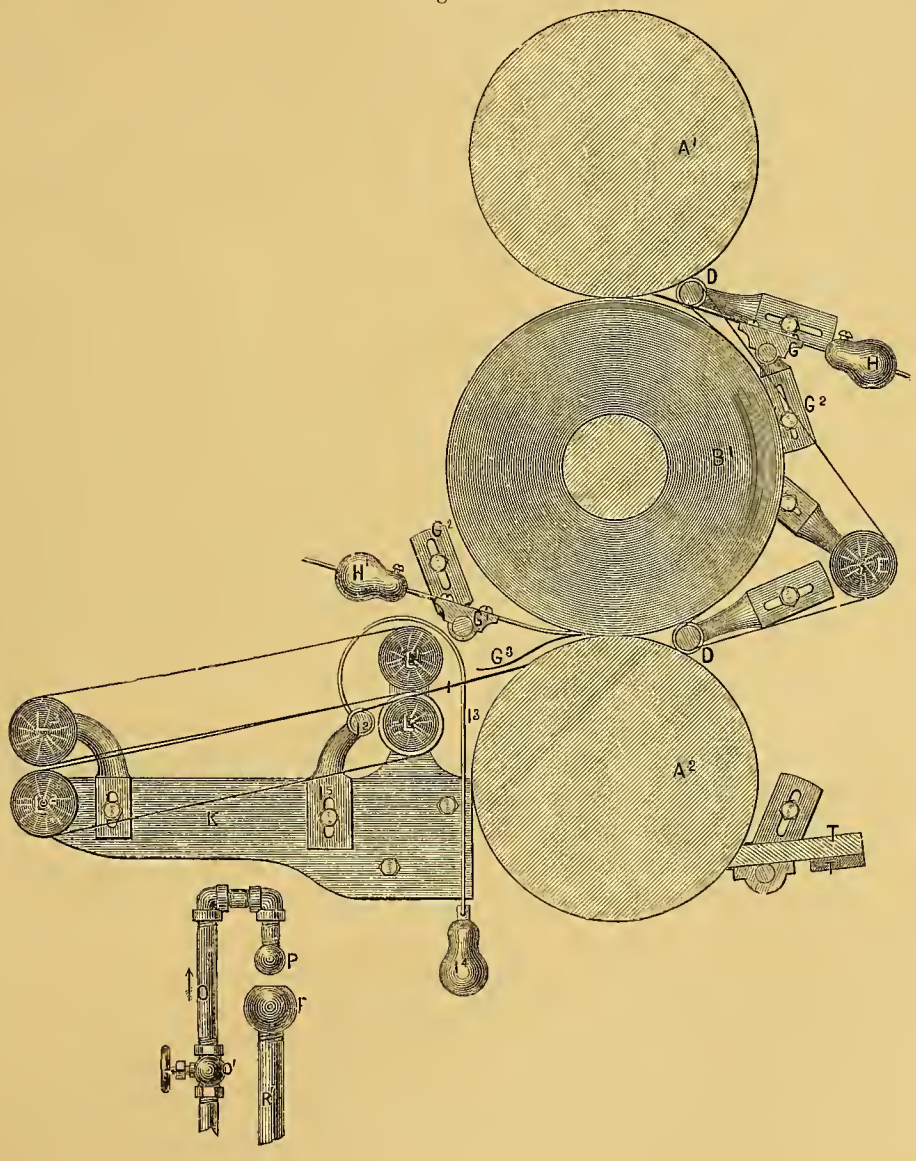



rasch nach einander, auf die Walze $A$, welche sie mitnimmt und durch selbstthätige Führung weiterbefördert. Dazu dienen: die Wälzchen $D\,D$, welche aus eisernen Gasröhren von 25 mm Durchmesser mit gusseisernen Zapfen bestehen, die etwas grösseren hölzernen Walzen $E\,E$ und die von ihnen getragenen endlosen Bänder $F$, Fig. 846. Die verstellbaren gusseisernen Träger der Walzen $D$ und $E$ sind beiderseitig in solcher Weise an dem Gehäuse des Walzwerks befestigt, dass sich die endlosen Bänder fest an die Glättwalzen schmiegen und von diesen mitgenommen werden. Die zwei eisernen Wälzchen $D$, welche jede Glättwalze begleiten, verändern ihre Lage nicht, die hölzerne $E$ wird jedoch weiter nach aussen gerückt, wenn die Bänder durch Gebrauch schlaff geworden sind und der Spannung bedürfen. Während die eisernen Wälzchen $D$ ganz glatt sind, hat die Oberfläche der hölzernen Walze $E$ Erhöhungen und Vertiefungen, welche seitliche Verschiebungen der Bänder verhindern.

Das auf die obere Walze $A$ geschobene Papier wird von deren von vier Wälzchen getragenen Bändern so weit befördert, dass es zwischen $A$ und $B$ durchgehen muss.

Dann soll aber der Bogen die Oberfläche von *A* verlassen und mit *B* weitergehen — ein Wechsel, der bei gewöhnlichen Kalandern von den Fingern des Maschinenführers, hier aber von stählernen Fingern veranlasst wird. Auf einer in Gussträgern $G^2$, Fig. 848, lagernden Stange liegen die Gussstücke *G*, in welche die als Finger dienenden Stahlstreifen eingelassen und mit Schrauben befestigt sind. Diese etwa

Fig. 848.




$1^1/_2$ mm starken und zwei cm breiten Stahlstreifen sind vorn so abgeflacht, dass sie sich der Oberfläche der Walze anschliessen, ohne sie zu schneiden, und am andern Ende sind sie mit verstellbaren Gewichten *H* versehen, womit man den Druck der flachen Spitze gegen die Walze regelt. Die Gussstücke *G* sind

nicht auf der Stange befestigt und werden zeitweise seitwärts verschoben, so dass jeder Theil der Walze gleich lange von den Fingern berührt und abgenützt wird. Die arbeitende Breite der in Fig. 848 dargestellten Walzen beträgt 71 cm und wird, je nach der Breite der zu glättenden Bogen, mit zwei oder drei Fingern besetzt.

Die durch einen Satz solcher Finger von der Walze *A*, Fig. 847, abgelösten Bogen folgen der Oberfläche von *B* und werden von 5 bis 6 etwa 4 cm breiten, aus Baumwolle gewebten und an den Enden zusammengenähten Bändern darauf gehalten, bis sie zwischen *B* und $A^1$ eintreten. Ebenso laufen die Bogen mit den in gleicher Weise mit Bändern und Fingern besetzten Walzen $A^1$ und $B^1$ weiter und kommen schliesslich zwischen $B^1$ und $A^2$ heraus. An die Spitzen der Finger, womit sie von $B^1$ abgelöst werden, sind dünne Kupferstreifen $G^3$, Fig. 848, von gleicher Breite genietet, welche sich in jede Form biegen lassen. Zwischen diesen Streifen $G^3$ und den auf abgeflachte Theile der Stange $I^2$ genieteten fünf Stahlfingern *I* müssen die geglätteten Bogen durchgehen. An der Stange $I^2$ sind Drähte $I^3$ befestigt, welche so gebogen sind, dass die Spitzen der Finger *I* von den angehängten Gewichten $I^4$ auf die Walze $A^2$ gepresst werden. Die Gussträger $I^5$ der Stange $I^2$ sind auf die an dem Gehäuse befestigten Platten $K^1$ geschraubt. Auf denselben Platten *K* befinden sich auch die Träger zweier Walzenpaare $LL^2$ und $L^1L^3$, über welche zwei Reihen Bänder von der früher beschriebenen Art paarweise aufeinander laufen. Die Bänder auf $LL^2$ erhalten durch den Antrieb der Walze $L^2$ von der Riemscheibe *M*, Fig. 846, aus eine selbständige Bewegung, welche sich der auf *L* liegenden Walze $L^1$ durch Reibung mittheilt. Zwischen beiden Bändern laufen die von den Fingern *I* anlangenden Bogen in den Aufnahmekasten *N*, Fig. 847, wo sie von einer Arbeiterin sorgfältig überwacht, sortirt und gelegt werden. Ein hölzerner Schaber *T*, welcher in ähnlicher Weise wie die Finger auf einer Stange liegt, wird von einem Bleigewicht $T^1$ an die Walze $A^2$ gepresst, um sie von Papierstücken und andern Anhängseln frei zu halten.

Die hölzernen Träger $N^1$ des Aufnahmekasten *N* sind nirgends befestigt, haben aber Ausschnitte, mittels deren sie von den Stangen *SS* unbeweglich gehalten werden, welche aber seitliche Verschiebung zulassen. Der Kasten *N* kann auf diesen Trägern $N^1$ verstellt werden, wie es für die verschiedenen Längen der Bogen nöthig ist; auch er ist nirgends festgeschraubt, sondern wird nur zwischen einer flachen unteren und einer halbrunden oberen Leiste $N^2$, welche eine Klammer bilden, festgehalten.

In dem Glättwerke werden die Bogen durch Reibung so stark mit Elektrizität beladen, dass sie beim Austritt häufig fest zusammenhängen und sich nur schwer trennen lassen. Zur Ableitung dieser Elektrizität dient das zwischen den Platten *K* aufsteigende schwanenhalsartig gebogene Rohr O, Fig. 848, welches in einem waagrechten, mit den Walzen parallelen, etwa 60 cm langen Spritzrohre *P* endigt. Aus den nach unten gekehrten Löchern dieses Spritzrohres lässt man mit Hilfe des Ventils $O^1$ so viel Dampf auf die über die Walzen $L\,L^2$ weglaufenden Bogen strömen, als zur Ableitung der Elektrizität genügt, ohne den Arbeitern lästig zu werden. Die Wassertropfen, welche mit austreten, oder sich durch Verdichtung des Dampfes bilden, werden von einer unter *P* hinlaufenden Rinne, oder von einem oben offenen weiten Rohr *R* aufgefangen und durch $R^1$ abgeführt.

Der Finger der Arbeiterin, womit diese die Bogen von dem Tisch $C^2$ auf die Walzen schiebt, ist mit einem Gummifinger bekleidet, welcher einerseits der Arbeiterin als Schutz dient, anderseits das Anhängen und Beschmutzen der Bogen verhindert.

Die Triebwalze $A^2$ macht etwa 80 Umdrehungen in der Minute, und die Bogen werden so eingeschoben, dass sie mit möglichst geringem Zwischenraum auf einander folgen. Dies gelingt erfahrenen Arbeiterinnen in Amerika in solchem Maasse, dass bei 300′ Geschwindigkeit nur wenig von der glättenden Fläche unbenützt bleibt. Wenn das Papier auf beiden Seiten glatt werden soll, wird es noch ein zweites Mal, mit der unteren Seite nach oben, durchgeführt, und wenn sehr hohe Güte verlangt wird, auch noch häufiger.

Der Druck der Glättwalzen wird durch Schrauben oder Hebel und Gewichte noch vermehrt, und da diese nur auf die Zapfenlager wirken, so haben die Walzen das Bestreben zu federn, d. h. sich in der Mitte im Verhältniss zu dem auf die Enden geübten Drucke zu heben. Je länger die Walzen sind, desto mehr können sie diesem Bestreben nachgeben, und wenn es auch möglich ist, breite Glättwerke so stark zu bauen, dass ein Federn der Walzen selbst bei starker Pressung dem Auge nicht erkennbar wird, kann es doch vorhanden sein und Ungleichförmigkeit in der Glättung hervorrufen. Fabrikanten, welche mit breiten Walzen arbeiten, haben diese Beobachtung wirklich gemacht, und es erscheint daher als theoretisch und praktisch falsch, wenn Glättwerke zum gleichzeitigen Durchgang mehrerer Bogen nebeneinander gebaut werden. In Amerika, wo diese Maschinen durch vieljährige ausgedehnte Erfahrung sehr vervollkommnet worden sind, giebt man den Glättwerken *super calenders* möglichst geringe, für den Durchgang nur eines Bogens genügende Breite. Ihre Verbreitung in den Vereinigten Staaten lässt sich daraus ermessen, dass Plattenglättwerke, wie in Abschn. 346 erwähnt, 1872 nur noch in wenigen Fabriken zu finden waren und dass, mit diesen Ausnahmen, sämmtliches thierisch geleimte und im Bogen getrocknete Papier in Walzenglättwerken vorstehend beschriebener Bauart geglättet wird.

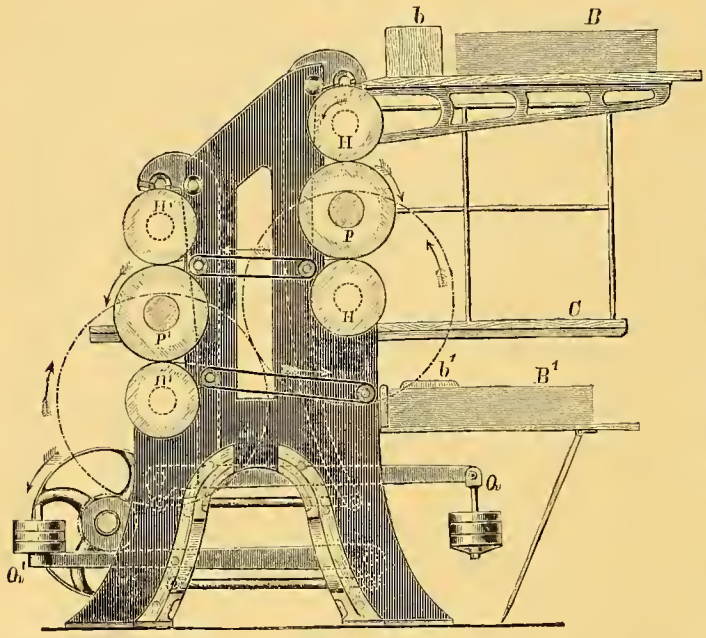
Die Beschreibung des Bogenkalanders konnte der ersten Ausgabe entnommen werden, weil derselbe jetzt (1891) beinahe in gleicher Weise wie früher (1872) gebaut und verwendet wird.

Baron Ritter von Zahony in Podgora bei Goerz, Oesterreich, hatte in den 70er Jahren Patente auf einen Bogenkalander erhalten, bei welchem das Abfallen der Bogen durch gebogene Messingstreifen anstatt durch endlose Bänder verhindert wurde. Anstelle der einfachen amerikanischen Finger benutzte er zum Ablösen des Papiers von den Walzen aus zwei Theilen bestehende Stahlfedern, deren Lage und Pressung mit Stellschrauben geregelt werden konnten. Diese Federn und Messingstreifen sind kostspielig, und man läuft damit Gefahr, dass das durchgeführte Papier mit den feststehenden Führungsstreifen in Berührung kommt, durch Reibung in seinem Fortgang gehemmt wird und möglicherweise Falten bildet.

**348. Doppel-Kalander für Bogen.** Die Maschinenfabrik von Karl Krause in Leipzig baut Doppel-Kalander, von denen der Aufriss-Durchschnitt Fig. 849 ein Bild giebt. Hier liegen zwei aus je einer Papierwalze $P$ $P^1$ und zwei

Hartwalzen $H$ $H^1$ bestehende Glättwerke so hintereinander, dass die von dem Papierstoss $B$ eingeschobenen Bogen aus dem ersten Walzensatz auf ein Führungstuch gelangen, welches sie dem zweiten Satz selbstthätig zuführt. Aus diesen Walzen gelangen die Bogen auf ein zweites endloses Tuch, welches sie zu einem Stoss $B^1$ ablegt. Beim Ein- und Austritt gleiten die Bogen an seitlichen Führungen $b$ $b^1$ hin, damit sie die richtige Lage annehmen. Die Gewichtshebel $Q$ $Q^1$ sorgen für den erforderlichen Druck auf die Walzen. Die Arbeiterin, welche die Bogen $B$ einschiebt, steht auf dem Hängegerüst $C$. Die eingezeichneten Pfeile zeigen die Walzenbewegungen, aus denen ersichtlich ist, dass die obere Seite der Bogen mit der ersten Papierwalze $P$, die untere mit der zweiten $P^1$ in Berührung kommt, dass also beide Seiten mit einem Durchgang geglättet werden. Ein anderer Vorzug der Einrichtung besteht darin, dass man durch Anwendung verschiedenen Gewichtsdrucks die beiden Seiten des Papiers verschieden stark glätten und damit z. B. etwaige Ungleichheiten vorheriger Maschinenglätte ausgleichen kann. Das Glättwerk lässt sich seiner geringen Höhe wegen in nicht hohen Räumen aufstellen, und die zu glättenden Papierstösse lassen sich leicht auf den Anlegetisch heben.

Fig. 849.




Bei Verwendung solcher Glättwerke in Papierfabriken hat sich ergeben, dass man das Papier öfter durchgehen lassen muss, um dieselbe Glätte wie mit acht- und mehrwalzigen Kalandern zu erzielen, weil bei letzteren das Gewicht der vielen Walzen einen stärkeren Druck ausübt, als man mit dem Doppel-Kalander erzielen kann. Beim Glätten sehr dünner Papiere, die nicht steif sind, stauten sich die Bogen manchmal beim Uebergang von den ersten Walzen $P$ $II$ zu den zweiten $P^1$ $H^1$ und verursachten Ausschuss. Wo es sich darum handelt, stärkere Papiere durchaus glattliegend herzustellen, ihnen also nachträglich auf beiden Seiten gleiche Glätte zu geben, leistet diese Bauart gute Dienste und wird desshalb auch in Papierfabriken benutzt, obwohl sie mehr in Buchdruckereien usw. Verwendung findet. Wenn eine Seite stärker als die andere geglättet werden soll, kann dies, wie oben erklärt, auch mit dem Doppel-Kalander ausgeführt werden.

**349. Wirkung und Anfertigung der Papierwalzen.** Papierwalzen sind, wenn sie auch aus harten Fasern bestehen und möglichst zusammengepresst sind, stets weicher als Hartguss, und sollen es auch sein. Wenn Hartwalzen auch sehr gut angefertigt und geschliffen sind, werden sie doch nach und nach etwas ab-

genützt, wenn sie mit anderen Hartwalzen zusammen arbeiten, und zwar an manchen Stellen mehr als an anderen. Im Papier finden sich nämlich auch bei sorgfältigster Fabrikation Sand und Eisentheilchen, Stoffknoten usw., die zwischen 2 Hartwalzen unfehlbar zerdrückt werden, zahlreiche Flecke im Papier verursachen und die Hartwalzen derart angreifen, dass sie bald ihre Politur verlieren und nicht mehr glätten. Um dies zu vermeiden, und zur Ausgleichung aller vorkommenden Unebenheiten lässt man sie mit Papierwalzen abwechseln, die dem zu glättenden Papier als Unterlage dienen. Papierwalzen sind elastisch, nehmen alle Eindrücke auf und schonen das zu glättende Papier sowie die Hartwalzen.

Nur diejenige Seite des Papiers, welche an den Durchgängen in Berührung mit Hartwalzen ist, wird geglättet und zwar um so besser, je härter die als Widerlage dienenden Papierwalzen sind. Viele Fabrikanten verzichten jedoch auf grosse Härte der Papierwalzen und fertigen dieselben aus weichem Papier an, welches zwar weniger gut glättet, aber elastischer ist und sich dadurch leicht wieder von etwaigen Eindrücken und Unebenheiten befreien lässt.

Sollen beide Seiten des Papiers auf einem Kalander geglättet werden, in welchem stets eine Papierwalze zwischen zwei Hartwalzen liegt, so muss man dasselbe zweimal so durchlaufen lassen, dass jedesmal eine andere Seite mit den Hartwalzen in Berührung kommt. Um beide Seiten mit einem Durchgang zu glätten, setzt man die Kalander vielfach so zusammen, dass in der Mitte zwei Papierwalzen aufeinander liegen. Dadurch bewirkt man, dass im oberen Theil die eine und im unteren Theil die andere Seite des Papiers von den Hartwalzen geglättet wird.

Das Walzenpapier wurde in Amerika bis in die 80er Jahre nur, und wird vielfach jetzt (1891) noch, aus den stärksten, härtesten Fasern, wie Flachs und Manillahanf, und so dünn angefertigt, dass mindestens 200 bis 400 Blätter auf jeden Zoll Länge der Welle kommen. In diesen engen Raum werden sie durch hydraulischen oder Schraubendruck von 500 bis 1000 Tonnen gepresst und bilden dann eine geschlossene Masse, welche zwischen einem befestigten und einem losen Gusskopfe von einem getheilten Ringe zusammengehalten wird, wie unten erklärt.

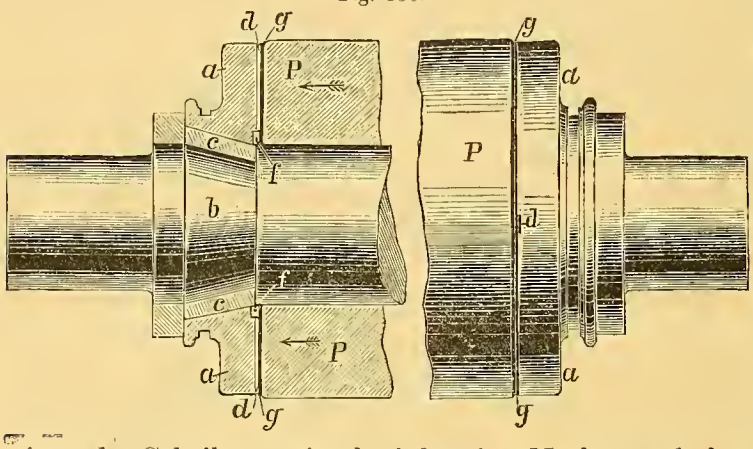
Auf die Welle werden zunächst so viele Papierblätter dicht aneinander geschoben wie Platz finden, dann einem starken Druck unterworfen und darunter belassen, bis sie eine fest geschlossene Masse bilden und nicht erheblich zurückgehen, wenn der Druck aufhört. Den entstandenen leeren Raum auf der Welle füllt man wieder mit Papierblättern, presst wieder und fährt so fort, bis die Welle möglichst gefüllt ist. Die Presse muss sehr kräftig sein, hat z. B. bei The Pusey & Jones Co. in Wilmington, Del., einen Plunger von 45 cm Durchmesser, auf den mehrere tausend Pfund Druck wirken, oder richtiger so viel, wie die Einrichtung aushält.

Die Walzenwelle ist unmittelbar hinter der für den verschiebbaren Kopf bestimmten Stelle tief und weit genug ausgedreht, um, während das Papier der Walze noch unter Druck steht, beide Hälften eines entzwei geschnittenen, geschmiedeten Ringes aufzunehmen, welche dann ein Ausweichen des Kopfes nach aussen hin unmöglich machen. Die Halbringe werden von einem heiss darüber gezogenen oder aufgekeilten Vollringe fest zusammengehalten.

C. G. Haubold jr. in Chemnitz in Sachsen hat das deutsche Patent Nr. 27470 auf verschiedene Arten der Befestigung des Papiers auf der Welle erhalten. Die in Fig. 850 in Längsschnitt und Ansicht einer Walze dargestellte Bauart hat sich am besten bewährt und wird von ihm stets benutzt. Die Seitenscheiben *a* sind kegelförmig ausgebohrt und die Theile *b* der Welle ebenso abgedreht. Der zwischen beiden bleibende ringförmige Raum wird mit kegelförmigen Ringen *c* angefüllt, welche aus zwei oder mehr Theilen bestehen und den Wellentheil *b* umschliessen. Ist das Papier stark zusammengepresst, so sucht es sich in der Richtung der Pfeile wieder auszudehnen, presst die Scheiben *a* auf die Keilringe *c* und hält somit durch den eigenen Druck die Scheiben *a* fest.

Der wesentliche Theil der Erfindung beruht jedoch auf der Beobachtung, dass die zwischen dem Papier und nächst der Walzenwelle befindliche Luft beim Betrieb des Kalanders, wahrscheinlich durch Zentrifugalkraft, nach aussen gedrängt und verjagt wird. Dadurch entsteht eine Luftleere, welche das zum Schmieren der Zapfen dienende Oel ansaugt. Solches Eindringen von Oel verdirbt aber die Papierwalzen, wie man aus Erfahrung weiss. Die Entstehung der erwähnten Luftleere im Innern wird dadurch verhindert, dass in die Innenseiten der Scheiben *a* eine kreisförmige Nuth *f* gedreht ist, von welcher vier radiale Nuthen *d* nach aussen führen und der Luft Zutritt nach innen bis zur Welle verschaffen. Das Papier ist gegen etwa so weit vordringendes Oel durch eine Eisenscheibe *g* geschützt.

Fig. 850.



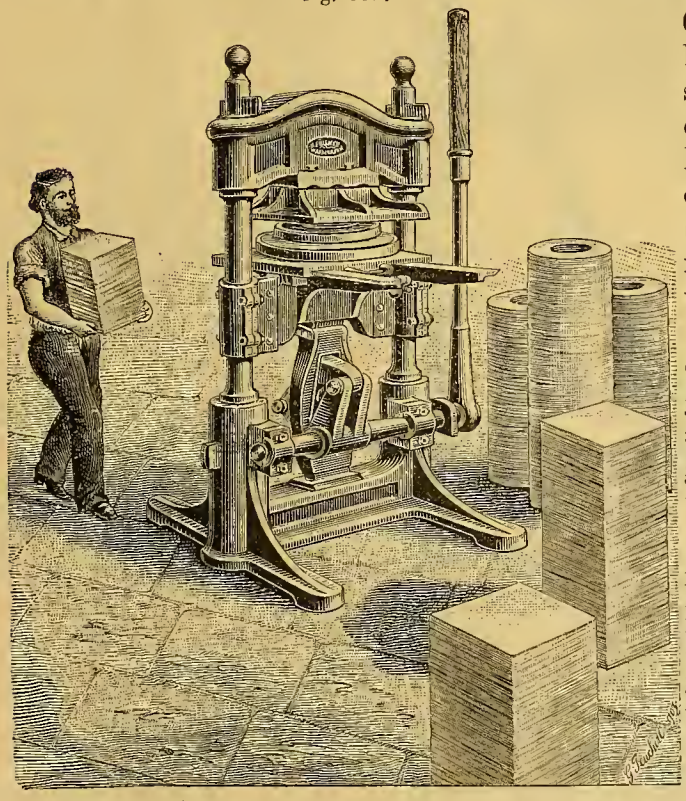

Um Papierwalzen mittels Schraubendrucks anzufertigen, stellte man vor 1873 in einer amerikanischen Maschinenfabrik vier starke säulenartige Schraubenbolzen senkrecht in solcher Weise auf, dass sie die Ecken eines Quadrates bildeten, dessen Mitte von der senkrecht stehenden, mit Papierblättern gefüllten Walzenwelle eingenommen wurde. Die Platte, welche das Papier zusammendrückte, hatte vier Augen, mit welchen sie in den senkrechten Bolzen lief und von Muttern mit langen eisernen Schlüsseln niedergepresst wurde. Die Muttern wurden, eine nach der andern, um eine gleiche Anzahl Umgänge herabgedreht. Zum Beginn waren nur wenige Leute nöthig, zum Schlusse aber wurde ihre Zahl auf 5 bis 7 erhöht, welchen der Schlüssel oder Hebel zu gleicher Zeit Raum zum Anfassen bieten musste. Obwohl die Schraubenpressung sich theurer stellt als die hydraulische, wurde sie doch von einigen amerikanischen Fabrikanten vorgezogen, weil man den gleichen Druck stetiger damit hervorbringen kann und sicherer geht. Dieselben Fabrikanten haben jedoch seit einer Reihe von Jahren dieses Verfahren verlassen und pressen ihre Papierwalzen jetzt (1891) mit hydraulischem Druck. Sie haben wahrscheinlich in der Anwendung der hydraulischen Presse solche Fort-

schritte gemacht, dass sie damit ebenso gleichmässig und jedenfalls billiger pressen als mit Schrauben.

H. Füllner in Warmbrunn i. Schlesien benützt zum Ausschneiden der Papierscheiben die in Fig. 851 dargestellte Kniehebel-Presse. Mit derselben wird das in quadratischen Bogen gelieferte Papier aussen rund geschnitten und nach innen rund gelocht, wie die neben der Presse stehenden Papierstösse erkennen lassen. Für alle Walzen- und Achsendurchmesser müssen besondere Stahlschnitte vorhanden sein.

Für das Lochen und Aufschieben der Papierblätter wurde in Nr. 36 des Jahrgs. 1877 der Papier-Zeitung eine amerikanische Vorschrift mitgetheilt, wonach man Scheiben aus dünnem Papier, die gross genug sind, um nach dem Abdrehen noch den gewünschten Walzendurchmesser zu liefern, in der Mitte so auslocht, dass sie sich leicht auf die Welle schieben lassen. Eine Anzahl dieser Scheiben erhält jedoch Löcher, die 4 bis 6 Zoll weiter sind. Die Scheiben werden so auf die Welle geschoben, dass nach je vier mit enger Oeffnung eine mit weitem Loche folgt, damit die Walze an der Oberfläche am dichtesten (dichter als im Innern) ausfallen muss und dadurch dauerhafter wird.

Fig. 851.

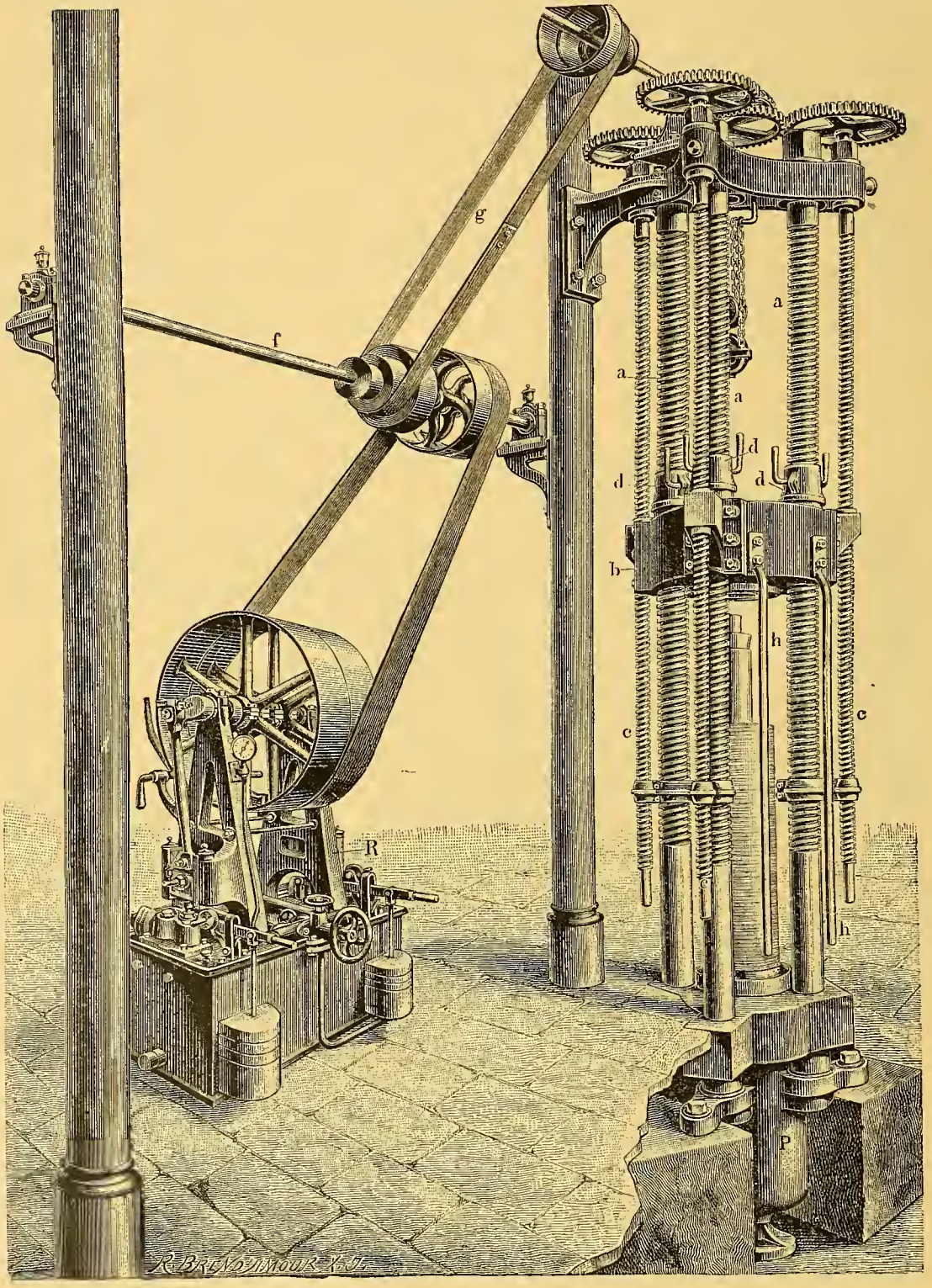


Um etwaige Ungleichheit in der Dicke des Papiers auszugleichen, legt man die Scheiben am besten so ein, dass jede folgende gegen die vorhergehende um einen Halbkreis verschoben ist.

Ein tüchtiger deutscher Papierfabrikant schrieb einige Monate nach obiger Veröffentlichung, er habe die Papiere wie oben angegeben gelocht und aufgeschoben und damit viel dichtere Walzen und besseren Glanz als früher erzielt.

Ein deutscher Maschinenfabrikant, welcher das Verfahren anwendet, fand diese Erfahrungen auch bestätigt, wenn sorgfältig darauf geachtet wurde, dass die weitgelochten Scheiben nur als 5te oder 6te und einzeln eingeschaltet wurden. Bei der ungeheuern Zahl von Blättern, welche eine Welle aufnimmt, erfolgt das Aufschieben häufig so rasch, dass die Blätter nicht genau gezählt, sondern nur packweise gegriffen werden, und dabei kommt es vor, dass zwei und mehr weit gelochte Blätter zusammensitzen. An allen Stellen wo dies der Fall ist, verursacht die Papierwalze in feinem Papier Eindrücke, die sich unangenehm bemerkbar machen. Es scheint, dass durch das Zusammenpressen mehrerer weit gelochter Blätter an der

Fig. 852.



Oberfläche der Papierwalze eine dichtere härtere Stelle entsteht, die dann mehr Schaden verursacht, als das Einschalten solcher Blätter anderseits nützt.

Zu der Füllner'schen Presse Fig. 852, mit welcher die so zugerichteten Blätter auf die Welle gebracht werden, ist ausschliesslich bester Gussstahl benutzt, und sie kann einen Druck von 750 000 kg ausüben. Der hydraulische Presscylinder *P* ist für einen Kolben von 458 mm Durchmesser, 800 mm Hub eingerichtet und auf 450 Atmosphären Wasserdruck geprüft. Die 3 stählernen Presssäulen *a* von 160 mm Durchmesser haben flaches Gewinde, damit das Pressstück *b* an jedem Punkt festgestellt werden kann. In diesem Pressstück *b* sitzen die Muttern der drei 75 mm starken Stahlspindeln *c*, welche durch auf dem Gestell angebrachte Räder von der Welle *f* aus durch Stufenscheiben und Riemen *g* langsam oder rasch auf und ab bewegt werden können. Hat man damit das Pressstück *b* bis auf die um die Welle geschichteten Papierblätter gebracht, so werden die drei zweitheiligen Phosphorbronze-Muttern *d* der Presssäulen *a* darauf vorgeschraubt, damit die hydraulische Pressung von unten her beginnen kann. An dem Presskopf *b* sitzen Stangen *h*, deren Schlitze Tragstangen aufnehmen, über welche Bretter gelegt werden, auf denen der Arbeiter steht, wenn er Papierblätter auf den Walzenkern schiebt. Durch höher und tiefer liegende Schlitze in den Stangen *h* ist dafür gesorgt, dass der Arbeiter den Tritt in der für ihn geeigneten Höhe anbringen kann. Die dargestellte Presse hat einen Cylinder von $1^1/_2$ m Tiefe unter dem Boden und ist über dem Boden $6^1/_2$ m, also im ganzen 8 m hoch.

Zur Bewegung des Presskolbens dient ein zweicylindriges doppeltwirkendes Pumpwerk *R* mit grösserem und kleinerem Kolben, welches bis 600 Atmosphären Wasserdruck geben kann. Innerhalb dieser Zahl kann man mit Hilfe des mit dem Druckrohr verbundenen Maximum-Manometers, welches nur von einem Beamten geöffnet und geschlossen werden soll, jeden gewünschten Druck ausüben.

Bei Beginn der Pressung wird der Maximum-Zeiger auf *0* gestellt und dem Arbeiter der Druck angegeben, den die Walze erhalten soll. Nach beendeter Pressung giebt der Zeiger den höchsten ausgeübten Druck an, und der Beamte weiss dadurch stets, ob seine Weisung befolgt wurde. Jede gepresste Walze wird mit laufender Nummer versehen, und diese Nummer mit Datum der Pressung und einer Probe des verwendeten Papiers gebucht. Durch die mit den Walzen gemachte Erfahrung in Verbindung mit dieser Buchung wird es möglich, nach und nach festzustellen, welcher Pressendruck für jeden gegebenen Zweck am geeignetsten ist.

Die auf die eine oder die andere Weise hergestellte Papierwalze wird mit dem für eiserne Walzen dienenden Werkzeug, aber bei etwas rascherem Gang, abgedreht. Das Schleifen erfolgt dann mit Schmirgelscheiben wie bei eisernen Walzen.

**350. Instandhaltung und Papier der Papierwalzen.** Wenn ein harter Gegenstand zwischen den Glättwalzen durchgeht, presst er sich in die weichere Papierwalze und macht in dieselbe einen Eindruck, der sich dann auch auf dem durchgehenden Papier abzeichnet. Schwache Eindrücke dieser Art verschwinden wieder, wenn man die Walzen anfeuchtet und nackt aufeinander laufen lässt, tiefere lassen sich jedoch meist nur durch Abdrehen und Schleifen beseitigen. In Amerika sind Einrichtungen *buffing machines* patentirt worden, die man an dem Gestell befestigt, um die Walzen in den meisten Fällen ohne Entfernung aus ihrer Lage

zu schleifen. Bei einer derselben erfolgt das Schleifen von einer gewöhulichen, auf beiden Seiten mit Flanschen versehenen Riemscheibe, deren Cylinderfläche mit einer aus Harz und Schmirgel bereiteten Masse bedeckt ist. Sie hat eine doppelte Bewegung: eine drehende, welche so angeordnet ist, dass die schleifende Oberfläche rascher oder langsamer läuft als die Oberfläche der zu schleifenden Walze, und eine seitliche, durch welche sie fortwährend längs der Walze hin- und hergeführt wird. Ueberdies wird sie beständig gegen die Walze gepresst. Ist der Schaden so gross, dass er durch solches Schleifen nicht mehr beseitigt werden kann, so muss die Walze herausgenommen und abgedreht werden.

Nach dem Herrn C. G. Haubold jr. in Chemnitz ertheilten deutschen Reichspatent sollen die Papierwalzen in ihrem Gestell mit Diamanten abgedreht werden, deren Träger auf einer Schraube von einem Ende zum andern längs der Walze hingeführt wird.

Alle diese Hilfsmittel scheinen jedoch nicht die gewünschten Dienste geleistet und keine Verbreitung gefunden zu haben. Man begnügt sich damit, leichte Beschädigungen durch Waschen und Leerlaufen möglichst zu entfernen und die Kalander so zu bauen, dass man jede Walze bei schlimmeren Schäden ohne allzu grosse Mühe herausnehmen kann. Um rasche, durch häufiges Abdrehen bewirkte Abnützung der Walzen zu vermeiden, werden ihre Oberflächen in einer der grössten amerikanischen Fabriken dadurch wieder glatt gepresst, dass man sie in eine Drehbank spannt und, anstatt eines Schneidwerkzeuges, eine rasch laufende kleine Stahlrolle unter stetem starkem Anpressen daran hinlaufen lässt.

Bei den Glättwerken mit einer zwischen zwei Hartwalzen liegenden Papierwalze, welche 1873 schon mehrere Jahre in Oesterreich und Deutschland in Gebrauch waren, machte man die Erfahrung, dass es schwierig und umständlich ist, Beschädigungen oder Eindrücke aus Walzen von Hanf- oder Leinenpapier zu entfernen. In den meisten österreichischen Fabriken wird infolgedessen das zu Glättwalzen dienende Papier jetzt aus Hadern angefertigt, welche zur Hälfte aus Leinen, und zur Hälfte aus Wolle, d. i. aus Halbwolle, bestehen. Durch die Wollfasern erhalten die Walzen eine solche Elasticität, dass die gewöhnlichen Beschädigungen der Oberfläche durch Waschen und gleichzeitiges Leerlaufen wieder verschwinden. Dagegen kann die Oberfläche einer halbwollenen Walze kaum so glatt werden, wie die einer Walze aus Flachs- oder Hanffasern, welche sich viel dichter aneinander legen, und sie wird daher in demselben Verhältniss weniger zum Glätten beitragen. Süddeutsche Fabrikanten, welche diese Erfahrungen kennen und auch ihrerseits verschiedenartige Rohstoffe zu Glättwalzen verwendeten, erzielten mit Papier aus reinen Baumwollhadern die besten Ergebnisse. Die Baumwollfaser hat neben bedeutender Festigkeit grosse Elasticität und wird sich bei längerer Erfahrung wahrscheinlich besser als Wolle erweisen, dagegen würde die Behauptung, dass sie auch der Flachs- und Hanffaser vorzuziehen sei, angesichts deren ausgedehnter und befriedigender Anwendung in Amerika, sehr gewagt erscheinen. Um bestimmt zu entscheiden, welche dieser Fasern den Vorzug verdient, müssten mehrere Glättwerke neuerer Art mit Walzen aus verschiedenem Papier versehen und, unter gleichen Verhältnissen, zu gleicher Arbeit benützt werden. Mögen diese Zeilen den Anstoss zu solchen Versuchen geben!

Seit Niederschrift vorstehender Zeilen für die erste Ausgabe 1875 ist die

Lösung der Frage, welche Stoffe für Papierwalzen am geeignetsten sind, etwas weiter gediehen.

Die acht schmalen Kalander, welche 1881 in Cumberland mills in Maine 18 Tonnen feines Druckpapier täglich glätteten, hatten Papierwalzen aus etwa 80 pCt. harten Fasern mit etwa 20 pCt. baumwollenen. Je härter die Papierwalze, desto schärfer die Glätte. Die zwei besten dortigen Kalander hatten Walzen aus reinem festem Hanfpapier, die schon 17 bis 20 Jahre im Gebrauch waren und elfenbeinartige, dunkelgemsfarbene Oberflächen hatten. An diesen Kalandern arbeiteten die geschicktesten Leute, damit die Walzen vor Unfällen bewahrt blieben. Jeder Kalander glättete 300′ Papierbahn in der Minute, lieferte täglich 35 bis 70 Ctr. zum Theil mehrmals durchgegangenes Papier, welches nicht vorher gefeuchtet war und seine Glätte dauernd behielt.

Bis in die neueste Zeit wurden in Amerika die Papierwalzen, soweit es bekannt wurde, beinahe ausschliesslich aus harten Fasern angefertigt, während in Europa darin die grösste Verschiedenheit herrscht. Die Vereinigten Werkstätten zum Bruderhaus in Reutlingen, Württemberg, benutzen und empfehlen halbwollenes, weiches dunkelgraues, möglichst gut gearbeitetes Papier. Sie geben jedoch zu, dass für schnellgehende Kalander und geringere Papiere Walzen aus harten Fasern zweckmässiger sein mögen, und haben selbst damit gute Erfahrungen gemacht.

Die Maschinenfabrik Golzern bezog etwa 1887 bestes Manillapapier aus Amerika und lieferte einer deutschen Fabrik besserer Schreibpapiere einen Kalander mit daraus hergestellten Papierwalzen. Nachdem der Kalander einige Monate gearbeitet hatte, mussten die Manillapapier-Walzen von der Maschinenfabrik durch Walzen aus Halbwolle-Papier ersetzt werden. Dagegen waren die Halbwollpapier-Walzen eines 1884 von Golzern nach Russland gelieferten 3 m breiten Kalanders 1890 noch im Betrieb, ohne je abgedreht oder nur herausgenommen worden zu sein.

Für feinere Papiere sollen Walzen aus hartem Papier weniger geeignet sein, weil sich die Eindrücke nicht mehr ganz daraus entfernen lassen. Anderseits werden in einigen deutschen Fabriken von geringen und Mittelpapieren mit Walzen aus harten Fasern die besten Ergebnisse erzielt.

Der Verfasser erhielt 1891 ein Stück des Papiers, welches die Pusey & Jones Co. in Wilmington, Del., zur Zeit zu ihren Kalanderwalzen benutzt. Dasselbe ist dunkelgrau und enthält nach mikroskopischer Untersuchuug durch Herrn Herzberg, Vorsteher der amtlichen Papierprüfungsanstalt in Charlottenburg, etwa 90 pCt. Baumwolle und nur etwa 10 pCt. Leinwand. Es scheint also, dass viele amerikanische Fabrikanten weichere, manche deutsche härtere Fasern als früher verwenden, dass sich also die Anschauungen in beiden Ländern einander nähern. Während jedoch die amerikanische Probe anscheinend geglättet ist, wollen deutsche Fabrikanten nur ungeglättetes Papier verwenden, weil sich dieses fester zusammenschliesst.

Ein deutscher Maschinenfabrikant, welcher viele Papierwalzen anfertigt, hält nach seinen Erfahrungen weiches Halbwolle-Papier für die meisten Zwecke, besonders für bessere Papiere, am geeignetsten, unter der Voraussetzung, dass es unter möglichst starkem Druck zusammengepresst wird, sodass die Walze doch sehr dichte Oberfläche erhält. Zum Glätten von Papier aus Sulfitstoff und anderen harten Fasern empfiehlt er jedoch nur Walzen aus hartfaserigem Papier.

Den besten Aufschluss darüber, ob eine Walze gut hergestellt war, erhält man durch Untersuchung ausgedienter Papierwalzen. Bei schlechten Walzen ist das Papier bis 2 cm unter der Oberfläche gebrochen, bei guten nur wenig an der Oberfläche zerknickt. Im allgemeinen zeigen Walzen von geglättetem Papier aus harten Fasern, wie Hanf und Bast, mehr Knickungen und Brüche als solche aus weichen Fasern, z. B. Halbwolle und Baumwolle. Am schlechtesten erweisen sich stark geleimte Papiere.

Die Art des Papiers ist auch nicht allein maassgebend, vielleicht hängt noch mehr davon ab, wie es auf die Welle gebracht, und mit welchem Druck es zusammengepresst wird.

Bei den noch immer viel verwendeten Glättwerken für Bogen, die aus zwei Hartwalzen und einer mittleren Papierwalze bestehen, nimmt man letztere auch in Deutschland stets aus Hanf- oder anderen harten Fasern, damit kräftige Leistung, d. h. gute Glätte, erzielt wird. Bei Kalandern mit 10 Walzen nimmt ein Erbauer die oberen beiden Papierwalzen aus harten Fasern, die unteren beiden aus Halbwolle. Die Fehler, welche infolge von Beschädigungen der oberen Walzen ins Papier kommen mögen, können dann durch die elastischeren, stets glatten unteren Walzen wieder ausgeglichen werden. Ein anderer macht es umgekehrt, indem er die obersten Papierwalzen aus weichem Papier herstellt, weil sie die Knötchen im Papier zuerst empfangen und elastisch genug sein sollen, um rasch wieder glatt zu werden. Nach unten nimmt er dagegen härtere Walzen. Da beide Fabrikanten gute Erfolge mit ihren Glättwerken erzielen, so scheint es, wie schon gesagt, mehr auf die gute Anfertigung und passende Benutzung der Walzen als auf die Art des Papiers anzukommen. Jedenfalls muss das Walzenpapier aus solchen Fasern bestehen, die fest verfilztes Papier liefern, und darf keine Füllstoffe oder altes Papier enthalten.

Folgende von Dr. E. Muth in Nr. 4 der Papier-Zeitung, Jhg. 1890, erzählte Erfahrung ist in dieser Hinsicht sehr lehrreich.

Zu den Papierwalzen eines Kalanders war graues wolliges und weiches Papier verwendet worden, von der Art, wie es früher zu Düten oder Löschpapier diente, und welches aus ungeleimtem halbwollenem Stoff angefertigt worden war. Diese Papierwalzen hielten sich im Gebrauch sehr gut, entstandene Unebenheiten und Eindrücke liessen sich durch Anfeuchten der Walzen nahezu vollständig entfernen. Die Papierwalzen würden auch fernerhin gut gearbeitet haben, wenn nicht durch die Nachlässigkeit des Aufsehers das Schmieröl der Zapfen eine der Walzen eingeschmutzt hätte, so dass breitere Formate nicht satinirt werden konnten, ohne dass das Papier grau wurde. Wie gewöhnlich ein Fehler andere nach sich zieht, so liess der Aufseher auch hier, um die Schmierflecken zu entfernen, die eingeschmutzten Stellen der Walze mit kaustischer Lauge waschen, wodurch er indess nur so lange günstigen Erfolg hatte, bis entweder neues Schmieröl auf die Walze lief, oder das ins Innere der Walze gedrungene Oel wieder an die Oberfläche kam. Da die Lauge nach Aussage der Arbeiter so stark war, dass deren Hände davon angegriffen wurden, so ist es erklärlich, dass auch das Papier seinen Zusammenhang verlor; es zerbröckelte, und in der Papierwalze entstanden Löcher, durch welche dieselbe unbrauchbar wurde.

Da die verunglückte Papierwalze sich während sechs Jahre sehr gut bewährt hatte, wurde dem Fabrikanten aufgegeben, gleiches Papier zu der neuen Walze zu verwenden, überhaupt dieselbe genau ebenso herzustellen. Es wurde ausserdem die Vorsicht gebraucht, die neue Walze mehrere Wochen auf dem Papiersaale liegen zu lassen, damit etwa aufgenommene Feuchtigkeit wieder abgegeben würde. Auch wurde dieselbe, um nicht von Anfang an zu sehr gepresst zu werden, als oberste Papierwalze in den Kalander gelegt. Im Aussehen zeigte die Walze auf der ganzen Länge die gleiche Beschaffenheit und Farbe wie die frühere, so dass man glaubte, sie würde sich beim Arbeiten ebenso erweisen. Nachdem die Walze ungefähr 8 Tage gelaufen hatte, machte sich an jedem Ende eine Wulst bemerkbar, welche allmälig in Breite und Höhe zunahm. Nach weiterem Arbeiten begann die Erhöhung an beiden Seiten sich nach aussen umzubiegen. Dieser

# Tafel VII.

Fig 853.

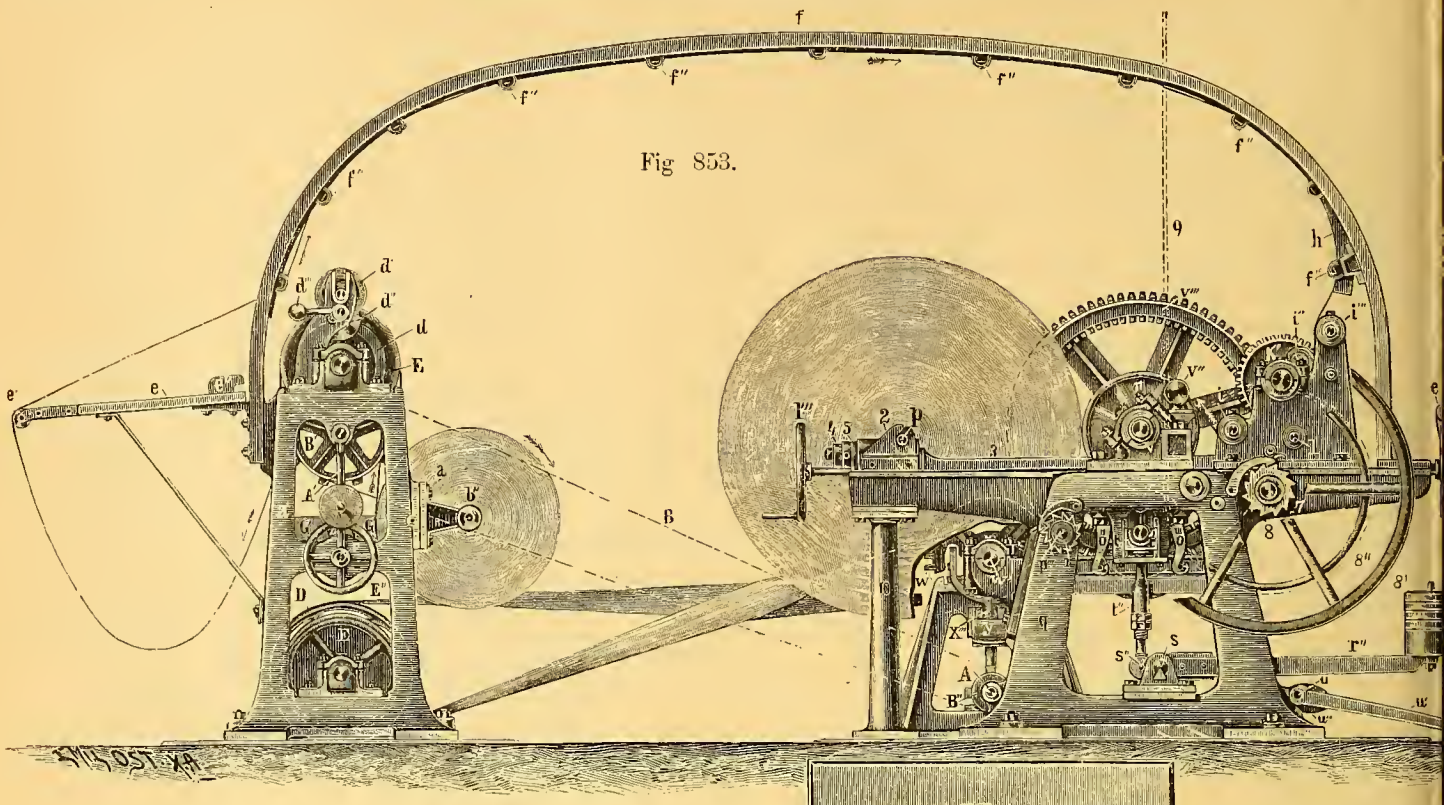
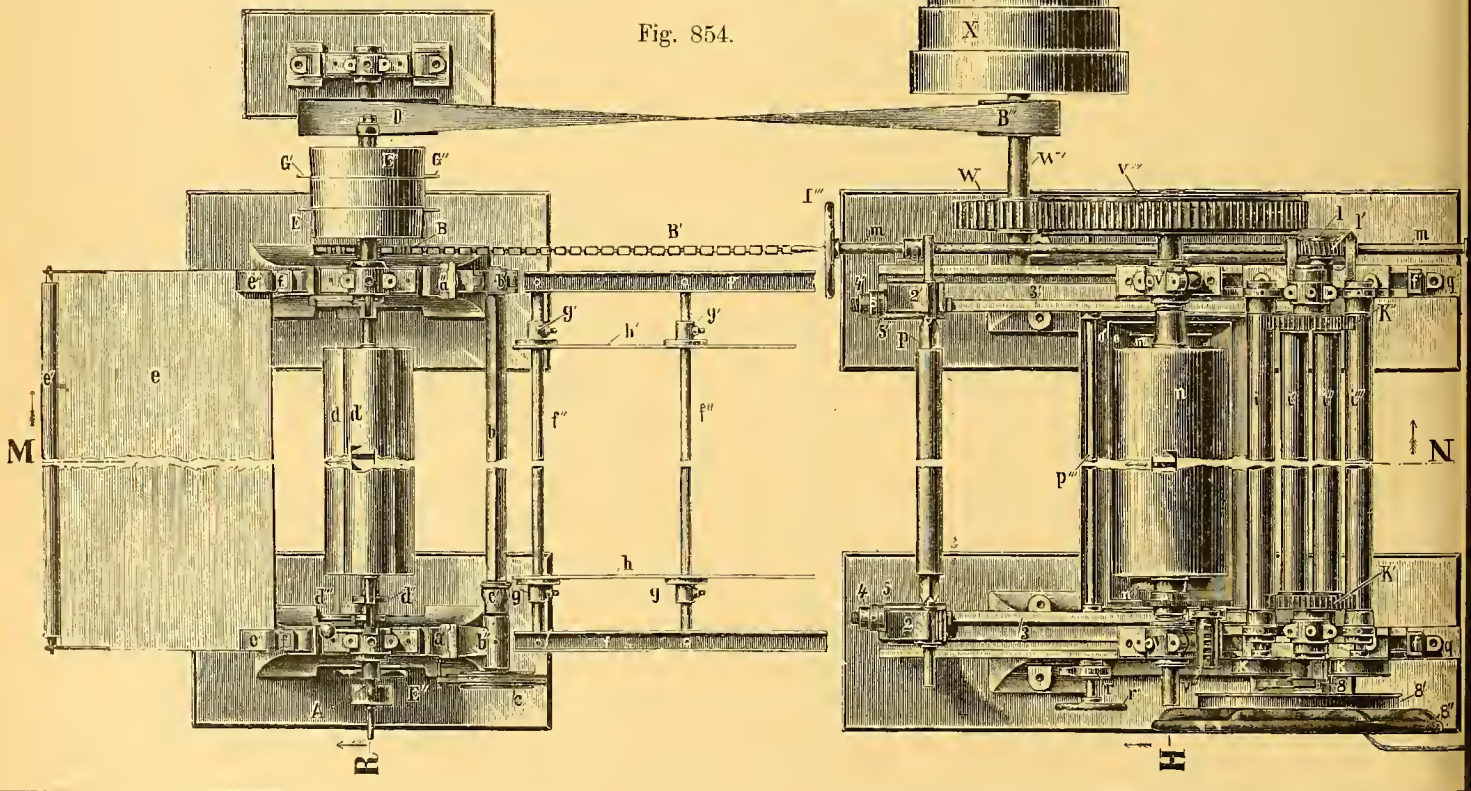


Fig. 854.



nach aussen gedrängte Theil wurde weich, blätterte sich zuerst auf, und es brachen beim Arbeiten mehr und mehr Stücke ab, die an der Bruchfläche keineswegs das Aussehen grauen Löschpapiers zeigten. Um die einzelnen Stücke zu untersuchen, wurden dieselben in lauwarmem Wasser eingeweicht, und dabei zeigte sich, dass dieselben aus einzelnen Lagen dünner Holzpappe bestanden. Schwefelsaures Anilin und Phloroglucin gaben die bekannte Holzreaktion. Das Vorkommen wurde dem Fabrikanten mitgetheilt, welcher angab, er habe, um der Papierwalze an beiden Enden etwas mehr Widerstandsfähigkeit zu geben, den Versuch gemacht, dort als Schutzblätter einige Lagen Holzpappe einzulegen.

Wie dieser Versuch geglückt war, wurde durch besagten Vorgang bewiesen. Das weiche wollige Papier liess sich durch den starken Druck fest ineinander pressen, so dass sich eine dichte gleichmässige Masse bildete, welche sozusagen aus einem Guss bestand. Die an den Enden zugefügte Holzpappe liess sich nicht nur mit den zunächst liegenden Papierlagen nicht zusammenpressen, sondern dehnte sich auch durch den beim Arbeiten entstandenen Druck in der Richtung des Durchmessers aus. Hörte nun, wie bei dem herausgedrängten Theil, der Zusammenhalt auf, so blätterte sich die Holzpappe auseinander, und die einzelnen Theile brachen ab. Die einzelnen Lagen waren nur aneinander gepresst und nicht, wie bei dem weichen saugfähigen Papier, ineinander.

Die darauf nach Vorschrift angefertigten Papierwalzen hatten diesen Fehler nicht; sie sind seit mehreren Jahren in ständigem Gebrauch, ohne auch nur ein Abdrehen nöthig zu machen.

An die Papierwalzen setzt sich Staub, welcher durch die Leimtheile des Papiers darauf festgeklebt, aber dann auch wieder an die zu glättende Papierbahn abgegeben wird und sie grau färbt. Während Waschen mit lauwarmem Wasser und Leerlauf zur Ausgleichung von Unebenheiten genügt, nimmt man zum Reinigen der Walzen am besten grüne oder Schmierseife. Soda sollte auf keinen Fall in das Waschwasser kommen, weil sie in das Papier dringt, dessen Zusammenhang lösen kann und sich schwer wieder auswaschen lässt. Eine Hand voll Seife auf 7 bis 8 l lauwarmes Wasser genügt, und die Lösung kann mit einem grossen sandfreien Schwamm auf die Rücklaufseite aufgetragen werden. Bei richtigem Andrücken und Verschieben längs der Walze bleibt so viel Seifenwasser haften, dass es den zwischen zwei Walzen bleibenden Raum ausfüllt. Das Wasser färbt sich durch die aufgenommenen Staub- und Schmutztheilchen immer tiefer, kann aber doch wiederholt benützt werden. Das Seifenwasser wird dann mit reinem Wasser so lange ausgewaschen, bis dieses klar abläuft. Dann lässt man nöthigenfalls noch einige Stunden leerlaufen, um etwaige Unebenheiten möglichst zu entfernen. Von anderer Seite wird Sprit zum Waschen der Walzen empfohlen. Keinesfalls dürfen die in solcher Weise genässten Walzen wieder benutzt werden, ehe sie völlig trocken und hart geworden sind, da sie sonst von jeder Falte des neu einlaufenden Papiers geschädigt würden.

Kleine Beulen und Vertiefungen sollen sich durch häufige Waschungen mit Speise-Essig ebnen lassen. Da aber aufgelegter nasser Papierstoff während der Stillstände dasselbe bewirkt, so ist nicht zu erkennen, welch besonderer Einfluss dem Essig zukommt.

Nach dem Abdrehen der Papierwalzen empfiehlt es sich, den Kalander unter vollem Druck 12 bis 24 Stunden einlaufen zu lassen.

**351. Baumwoll-Walzen.** In manchen Fällen werden anstelle von Papierwalzen solche aus Baumwolle angewandt, die zwar erheblich theurer sind, aber auch viel grössere Lebensdauer besitzen sollen. Werden dieselben aus Baumwoll-Gewebe angefertigt, so schneidet man aus demselben, wie aus Papier, je mit einem Loch versehene runde Scheiben aus und presst diese wie papierne auf die Stahlwelle. Manchmal werden auf dem Kratzwolf zerrissene Fäden dazu genommen, oder Roh-Baumwolle, die vorher in besonderen Maschinen gerissen und gereinigt wurde. In diesen beiden Fällen formt man aus der Baumwolle Wickel

Fig. 853.

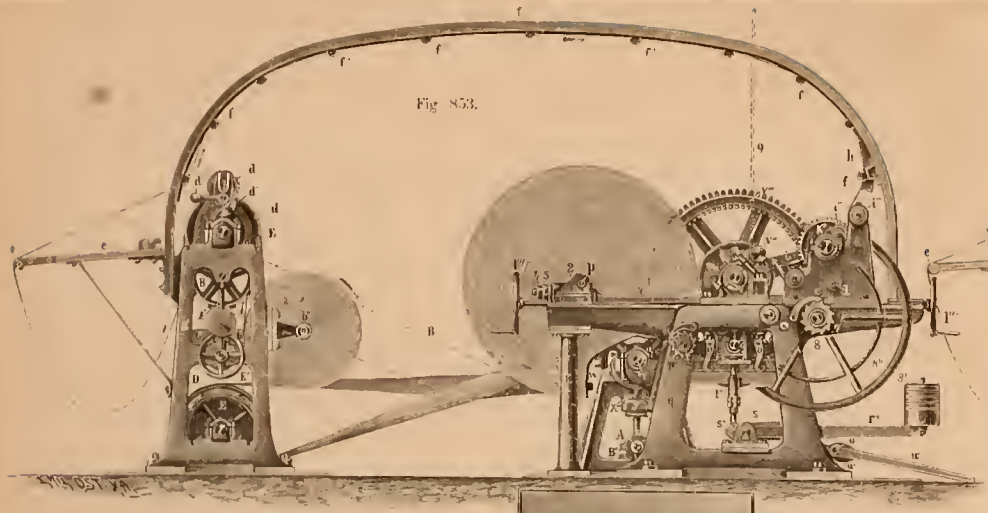


Fig. 855.

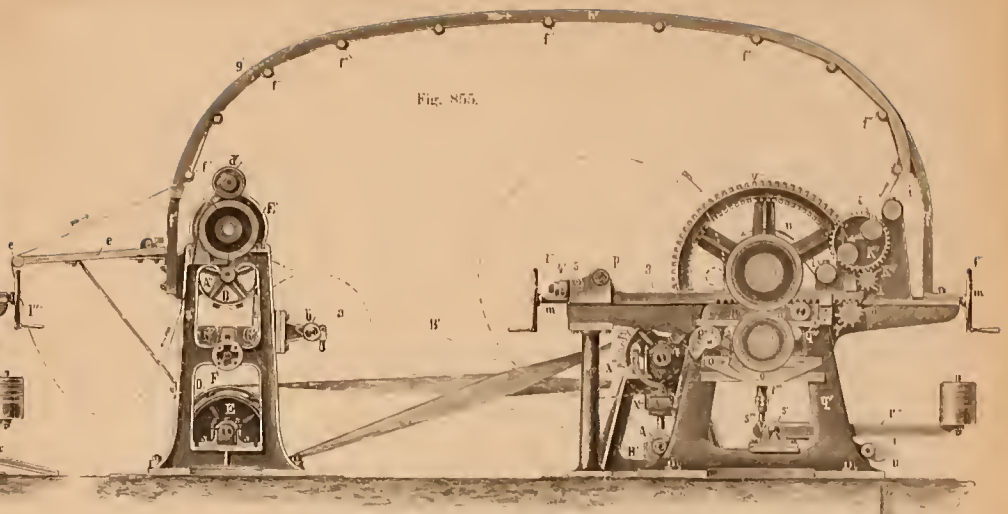


Fig. 854.

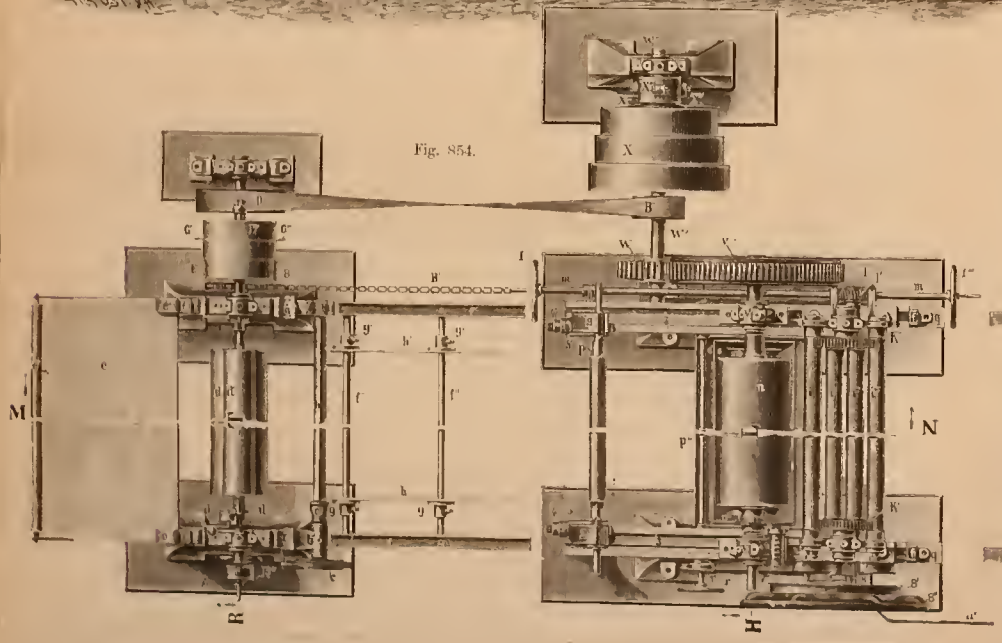


Fig. 856.

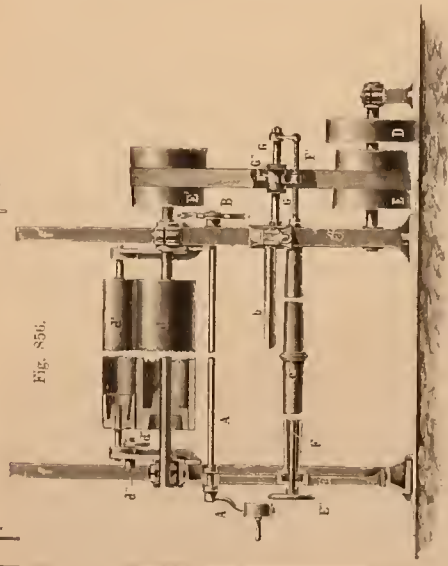
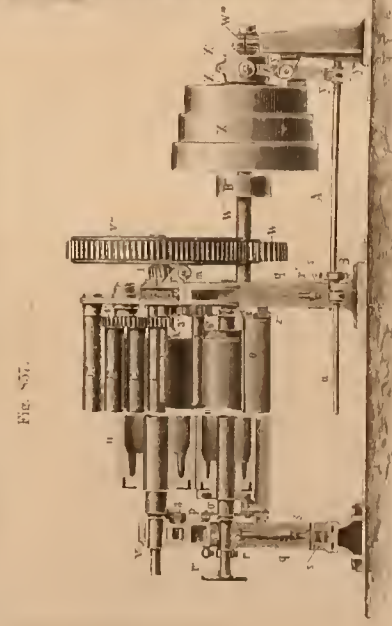


Fig. 857.



oder Kuchen mit Achsenloch in der Mitte, die von Hand einzeln auf die aufrecht stehende Welle geschoben und mehrere Stunden einem Druck von 300 bis 500 Atmosphären ausgesetzt werden. Abgesehen von der Verschiedenheit der Rohstoffe werden die Walzen wie papierne angefertigt und abgedreht.

**352. Feuchtmaschinen für Rollenpapier.** Auf Seite 742 ist erklärt, warum die Walzen eines Kalanders, jede gegen die unter ihr liegende, etwas zurückbleiben, d. h. langsamer laufen. Damit das Papier die Zerrung ertragen kann, welcher es beim Durchgang zwischen Walzen von verschiedener Geschwindigkeit ausgesetzt ist, darf es nicht hart und spröde sein, und desshalb ist es nöthig, ihm durch Befeuchten möglichst gleichmässige Elasticität zu verleihen. Diese Elasticität erleichtert auch das Niederlegen aller Fasern und hervorragenden Theile, sowie den dichten Zusammenschluss alles dessen, woraus die Oberfläche des Papiers besteht, wie Seite 742 gesagt.

Im Abschnitt 292 sind verschiedene Feuchter beschrieben, welche dazu dienen, das Papier auf der Papiermaschine zu nässen, damit es noch eine Art Matrisirung erfährt und von den darauf folgenden Kalandern, oder bei nachheriger Behandlung in besonderen Rollkalandern gute Glätte erhält. Fabrikanten, die besonders starke Glätte erzielen wollen, begnügen sich jedoch nicht mehr mit diesen einfachen Einrichtungen, sondern stellen besondere Feuchtmaschinen auf, in denen das Papier, unmittelbar ehe man es durch den Rollkalander führt, gründlich und gleichmässig gefeuchtet wird. Die Vereinigten Werkstätten zum Bruderhaus in Reutlingen haben eine Feuchtmaschine vielfach mit Erfolg ausgeführt, die in 1 : 20 der wahren Grösse auf Tafel VII dargestellt ist. In Figg. 853 und 854 sind Aufriss und Grundriss, in Fig. 855 Längsschnitt nach $M—N$, in Figg. 856 und 857 Querschnitte nach $R—T$ und $H—L$ von Fig. 854 gegeben.

Auf der Papiermaschine ist das Papier auf hölzerne, auf Rollstangen von quadratischem Querschnitt geschobene Hülsen gewickelt worden. Jede solche Hülse mit der darauf befindlichen Papierrolle $a$, Fig. 853, wird zum Feuchten auf eine genau gleiche, quadratisch gehobelte, 40 mm starke Rollstange $b$, Figg. 854/856, geschoben und darauf mit Stellringen gegen seitliche Verschiebung gesichert. Damit Welle $b$ leicht aus der Feuchtmaschine genommen und eingelegt werden kann, ruht sie einerseits in mit Scharnierdeckel versehenem Lager $b'$ und auf der anderen Seite in dem quadratisch ausgehöhlten Kopf $c'$ einer kurzen im Lagerbock $b''$ ruhenden Welle, welche aussen mit Bremsscheibe $c$ versehen ist. Die Lager $b'$ $b''$ sitzen an den Ständern $a'$ $a''$, welche durch eine hohle gusseiserne Querstange $c''$, Fig. 856, verbunden sind. Die Bremsscheibe $c$ ist massiv gegossen und am Umfang so tief ausgedreht, dass sie in der Nuth den zweitheiligen Bremsring aufnehmen kann, der an einer Seite mit Scharnier versehen und in dessen Verlängerung durch einen am Gestell befestigten Stift, Fig. 854, verhindert wird, sich zu drehen. An der anderen Seite kann man den Bremsring mit einer Flügelschraube zusammenziehen und damit die Reibung regeln. Die Reibungsfläche ist zur Erhöhung der Reibung mit Leder gefüttert.

Die Papierbahn $a$ geht in der Richtung der Pfeile zuerst auf die hölzerne mit Filzschlauch bezogene Förderwalze $d$, auf welcher die schmiedeiserne Belastungs-Rohrwalze $d'$ ruht. Um das Papier leicht zwischen die Walzen $d$ $d'$, Figg. 853/6, einschieben zu können, hebt man $d'$ einseitig, indem man das Kreisexcenter $d''$ mit dem

Hebel und Kugelgriff $d'''$ dreht. Es ist von Wichtigkeit, dass die Walzen $d$ $d'$ genau die Länge der Papierbahn $a$ in jeder Minute zuführen, welche am anderen Ende aufgewickelt wird, dass man also die Geschwindigkeit der Förderwalze $d$ nach Belieben regeln kann. Dies geschieht von dem Handrade $E''$, Figg. 854 und 856, aus, welches auf der durch die hohle Querstange $c''$ gehenden Spindel $F$ sitzt und durch Drehen die Schraube $F'$ am andern Ende in Bewegung setzt. Die Mutter der Schraube $F'$ bildet einen Theil der auf Stange $G$ verschiebbaren Riemenführung $F''$, welche seitlich in der Riemengabel $G'$ $G''$ ausläuft, die den über Kegelriemscheiben $EE'$ laufenden Riemen verschiebt. Die Kegelriemscheibe $E'$ sitzt auf der Welle der Förderwalze $d$ und erhält ihren Antrieb durch Vermittlung der Kegelriemscheibe $E$ von der Hauptwelle $W$ aus mittels Riemscheiben $B'''$ und $D$, Figg. 854 und 857.

Reisst die Papierbahn während des Feuchtens, oder ist sie abgelaufen und muss verlängert werden, so hält man das herabhängende Ende der durchgelaufenen Bahn auf dem hölzernen Tisch $e$, Figg. 853/4, mit einer unter die auf dem Tisch befestigten Klötzchen $e''$ $e''$ geschobenen Klemmleiste fest, klebt die von der Förderwalze $d$ kommende neue Papierbahn daran, entfernt die Klemmleiste und setzt die Maschine wieder in Gang. Der Tisch $e$ ist am freien Ende mit einer Walze $e'$ versehen, über welche die Papierbahn in der Richtung der Pfeile läuft.

Um richtig gewickelte Papierrollen mit möglichst glatten Kopfenden zu erhalten, muss man der Aufrollwalze das Papier stets in einer Lage zuführen, die nach den Seiten keinerlei Verschiebung zulässt. Dies wird durch Führung des Papiers über das aus zwei gekrümmten ⊓ Eisen $ff'$ bestehende Gestell bewirkt, welches die Ab- und Aufroll-Einrichtung verbindet. Auf den Rundstäben $f''$, welche $f$ und $f'$ auseinanderhalten und versteifen, sitzen je zwei Stellringe $gg'$, an denen die Flachschienen $hh'$ mit versenkten Schrauben befestigt sind, zwischen denen die Papierbahn läuft. Man stellt die Ringe $gg'$ so, dass die biegsamen Flachschienen $hh'$ beim Eintritt des Papiers am weitesten auseinander stehen und nach den Aufrollwalzen zu immer enger werden, bis sie am Ende genau die Weite der Papierbreite haben. Da die Förderwalzen $d$ $d'$ nur so viel Papier zubringen wie am andern Ende aufgerollt wird, so ist dasselbe auf seinem Wege über die Stangen $f''$ nicht gespannt, sondern lose, kann sich genau der Wegführung anpassen, und es wird dadurch ermöglicht, das gefeuchtete Papier in Rollen zu wickeln, deren Lagen in den Stirnflächen nur etwa 1 mm gegen einander verschoben sind.

Aus dieser Führung gelangt die Papierbahn auf die Streckwalzen $i'''$ $i''$ $i'$ $i$, deren beide äussere $i'''$ $i$ sich drehen und mit Bremsscheiben $k$, Fig. 854, gebremst werden können. Die Enden der beiden anderen Walzen $i'$ $i''$ sitzen in je einer gemeinsamen Zahnradscheibe $K'$ und $K''$, welche gleichzeitig von auf Welle $l$ sitzenden Zahnrädchen $K'''$, Fig. 857, durch das Schneckengetriebe $l'$ $l''$ von dem Handrädchen $l'''$ auf Welle $m$, Fig. 854, gedreht werden können. Diese Walzen oder richtiger Stangen $i'$ $i''$ können sich somit nicht um ihre Achse drehen, lassen sich aber durch Drehung der Zahnradscheiben $K'$ $K''$, wie aus Fig. 855 ersichtlich, in paralleler Richtung so verschieben, dass die darüber weglaufende Papierbahn mehr gespannt oder loser wird.

Die in richtige Lage gebrachte und gespannte Papierbahn gelangt jetzt auf die aus Bronceschale und gusseisernen Köpfen bestehende Feuchtwalze $n$,

die von der unteren, mit Filzschlauch bekleideten und in einem Wassertrog *o* laufenden gleichartigen Walze *n'* genässt wird. Das auf *n* genässte Papier wird unmittelbar auf die Rollstange *p* gewickelt. Der Filzschlauch der Walze *n'* wird an beiden Enden über die eingedrehte Oberfläche der beiden gusseisernen Schlussscheiben gelegt und darauf mit Messingreifen und Schliessen von in Fig. 858 skizzirter Art festgehalten.

Fig. 858.

Der innere Wassertrog *o*, Fig. 855, ist in der Querrichtung nach einer Seite hin etwas geneigt, so dass bei *z* stets Wasser überläuft, welches aus dem äussern Trog *o'* abgeleitet wird. Dieses abfliessende Wasser enthält den sich an der Oberfläche sammelnden Staub und wird fortwährend durch frisch zufliessendes ersetzt. Der innere Trog *o* ist am äussern *o'* befestigt, bewegt sich also mit diesem, wenn derselbe höher oder tiefer gestellt wird, damit die untere Feuchtwalze *n'* mehr oder weniger ins Wasser taucht und mehr oder weniger Wasser aufnehmen und an das Papier abgeben soll. Der Trog *o'* ist desshalb nicht fest gelagert, sondern ruht an beiden Enden in den Haken zweier Bügel *o''* und *o'''*, Fig. 857, die ihrerseits an Hebeln *p'* hängen, deren feste Drehpunkte *q''*, Fig. 855, an den inneren Seiten der Ständer *q q'* sitzen. Die beweglichen Enden dieser Hebel *p'* ruhen auf Spiralexcentern *p''*, welche auf der durchgehenden Welle *p'''*, Fig. 854, sitzen und von der Führungsseite aus mit dem Handrad *r'* gedreht und von Sperrrad *r* und Klinke in der gewünschten Lage festgehalten werden. Man hat also nur das Handrad *r* zu drehen, um den Trog *o* zu heben oder zu senken.

Man kann aber auch die Befeuchtung des Papiers dadurch mehren oder mindern, dass man die untere Walze *n'* mehr oder weniger gegen die Feuchtwalze *n* presst und damit die Wassermenge verändert, welche aus dem getränkten Filzschlauch gepresst und an Walze *n* abgegeben wird. Hierzu dienen die Hebel *r''' r''''* mit Gewichtsbelastung, deren Drehpunkte in *s* und *s'* auf Schneiden gelagert sind, und auf deren kürzeren Enden die Stelzen *t'' t'''* ruhen, welche die Lager *t'*, Fig. 857, der untern Walze *n'* tragen. Diese Lager *t'* sind in den mit den Ständern *q q'* gegossenen Führungen *t* auf- und abbewegbar, ihre Stelzenträger *t'' t'''* sind oben kegelförmig verjüngt, stehen unten auf Schneiden *s''* und *s'''* und lassen sich durch Doppelmuttern verlängern und verkürzen. Der Hebeldruck kann rasch aufgehoben werden, indem man den Handhebel *u'* der Welle *u* aufrecht stellt, damit auch die beiden Excenter *u'' u'''*, Figg. 853 und 855, in senkrechte Lage bringt und dadurch die Gewichtshebel *r''' r''''* hebt.

Soll der Wassertrog *o o'* entfernt werden, so nimmt man ihn erst von Hand aus den Haken der Bügel *o'' o'''*, Figg. 853 u. 857, und lässt ihn so weit nieder, bis er von den Führungen *z' z''* frei ist, worauf er leicht aus der Maschine genommen werden kann.

Die obere Feuchtwalze *n* ertheilt durch Reibung der auf *p* gewickelten Papierrolle ihre Umdrehung, und da ihre Welle von dieser aus den stärksten Druck erfährt, so sind deren Lager *2 2'* schief getheilt, Fig. 853. Mit der Welle von *n* ist ein Drehungszähler verbunden, der zum Messen des aufgewickelten Papiers dient. Die Walze *n* hat nämlich genau einen Meter Umfang, rollt also mit jeder Drehung einen Meter Papierbahn auf.

Die Feuchtwalze *n* wird von der Welle *W'*, Figg. 854 u. 857, aus durch Vermittlung der Zahnräder *W W''* angetrieben. Welle *W'* ruht in dem an den Ständer *q'* ge-

schraubten Lager *W''*, Fig. 854, sowie dem Bocklager *W'''* und erhält ihre Bewegung durch die Stufenscheibe *X*, Fig. 857, mit welcher der Feuchtmaschine verschiedene Geschwindigkeiten ertheilt werden können. Die Stufenscheibe *X* ist mit innerm Reibungskranz versehen, in welchen die Reibungsscheibe *X'* mittels zweitheiligen Ringes *X''* und Gabelhebels *X'''* aus- und eingerückt werden kann. Am Gabelhebel *X'''* ist auch ein Bremsklotz befestigt, welcher sich beim Ausrücken an die Reibungsscheibe *X'* drückt und diese bremst. Der Gabelhebel *X'''*, welcher in *y'* seinen Drehpunkt hat, läuft unten in eine Gabel *y''* aus, in deren Schlitze zwei Stifte der auf Spindel *A* sitzenden Mutter *y'''* greifen. Durch Drehung der Spindel *A* mit Schraube wird das untere Ende des Gabelhebels *X'''* verschoben und die Riemscheibe *X* aus- und eingerückt, also die Maschine in Bewegung oder in Stillstand versetzt. Wenn das Papier reisst oder auf dem Tisch *e* zusammengeklebt werden soll, so muss der Führer von dort aus die Maschine rasch in und ausser Betrieb setzen können. Dies geschieht durch einmaliges Umlegen des Handhebels *A'* mit Gegengewicht, Fig. 856, dessen Welle *A''* in den Ständern *a' a''* der Abroll-Einrichtung gelagert ist und auf der Triebseite ein Kettenrad *B* trägt, welches durch Kette *B'* das auf der Spindel *A* sitzende Kettenrad *B''* in gleiche Drehung versetzt, Figg. 854/855.

Die mit Rollhülsen versehene quadratische Rollstange *p* liegt in oben offenen Lagern *2* und *2'* und wird mit diesen von Zahnstangen *3* und *3'* gegen die Feuchtwalze *n* gezogen, bis die Papierrolle an dieser anliegt und von ihr mitgedreht wird. Die Enden der Zahnstangen *3* und *3'*, welche an den Innenseiten der Ständer *q* und *q'* anliegen, gehen durch die Lagerböcke *2* und *2'* und sind hinter diesen mit Muttern *4* und *4'* befestigt. Zwischen die Lagerböcke und die Unterlagscheiben der Muttern sind Gummischeiben *5* und *5'* geschaltet, damit der Druck auf die Papierrolle elastischer wird. Die Verschiebung der Lager *2* und *2'* mit ihren Zahnstangen *3* und *3'* wird durch die in letztere greifenden, auf gemeinsamer Welle *7* sitzenden Zahnrädchen *6* und *6'*, Fig. 857, bewirkt. Welle *7* ist zu diesem Zweck auf der Führungsseite mit einem Sperrad *8*, Fig. 853, sowie mit Handrad *8'* und einer Seilscheibe *8''* versehen, deren in Fig. 853 punktirt gezeichnetes Seil *9* über Rollen an der Decke geführt und am Ende durch angehängte Gewichte belastet wird. Durch diese Gewichte wird die Papierrolle somit gegen die Feuchtwalze *n* gedrückt. Je mehr die Papierrolle wächst, desto mehr wickelt sich von dem Seil *9* auf die Seilscheibe *8''*, und um so grösser wird auch die Entfernung zwischen Rollstange *p* und Walze *n*, bis bei 1 m Durchmesser der Papierrolle die äusserste Grenze erreicht ist. Mit dem Sperrad *8* werden beim Ausheben der gefeuchteten Papierrolle die Lager *2* und *2'*, Fig. 854, in ihrer grössten Entfernung von der Walze *n* festgehalten, bis die leere Rollstange wieder eingelegt und nach erfolgtem Aufklinken durch Nachlassen am Handrad *8'* langsam wieder zur Walze *n* zurückgeführt wird. Da die gefeuchteten Papierrollen manchmal sehr schwer werden, so sind unter die Arme, welche die Lager *2* und *2'* tragen, kräftige Säulen *10* und *10'* gesetzt.

Diese Maschine feuchtet nicht nur, sondern sorgt auch für Geradführung, Zusammenkleben, richtiges Aufwickeln und Messen der Papierbahn. Sie ist, da nur eine Rolle auf einmal abgewickelt und gefeuchtet werden kann, für Geschwindigkeiten bis 150 m Papierbahn in der Minute eingerichtet und bereitet

ebenso viel Papier vor, wie ein Rollkalander in gleicher Zeit glättet. Genügt die Feuchtung von der unteren Seite durch die Walze *n* nicht, so kann man noch einen Bürsten- oder Zerstäubungs-Feuchter anbringen, der die obere Seite des Papiers nässt.

Jos. Eck & Söhne in Düsseldorf haben das deutsche Reichspatent Nr. 30 170 auf einen Bürstenfeuchter erhalten, der in der Papiermaschine sowie auch selbständig benutzt wird. Von demselben wird das Wasser, wie Seite 763 beschrieben, auf das vorüberziehende Papier mit einer rasch umlaufenden Bürste gespritzt, die aber das Wasser nicht unmittelbar, wie in Figg. 624 und 625, einem Troge entnimmt, in den sie eintaucht, sondern von einer Zwischenwalze gespeist wird.

In Figg. 859 und 860 sind Aufrisse mit theilweisem Schnitt in 1 : 20 der wahren Grösse dargestellt. Zwischen die Bürstenwalze *B* und Wassertrog *F*

Fig. 859.

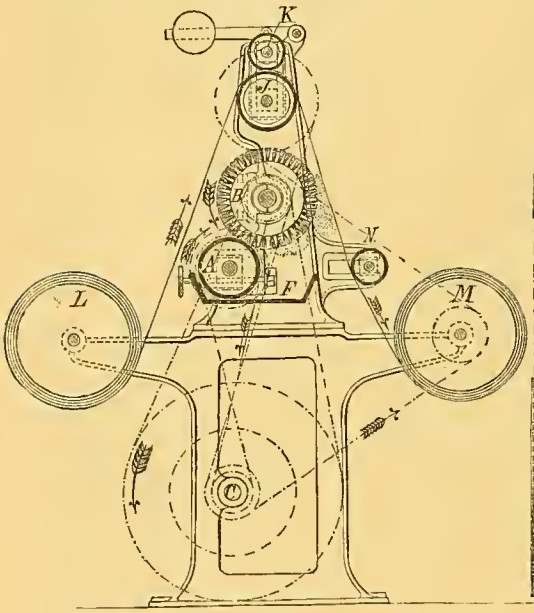
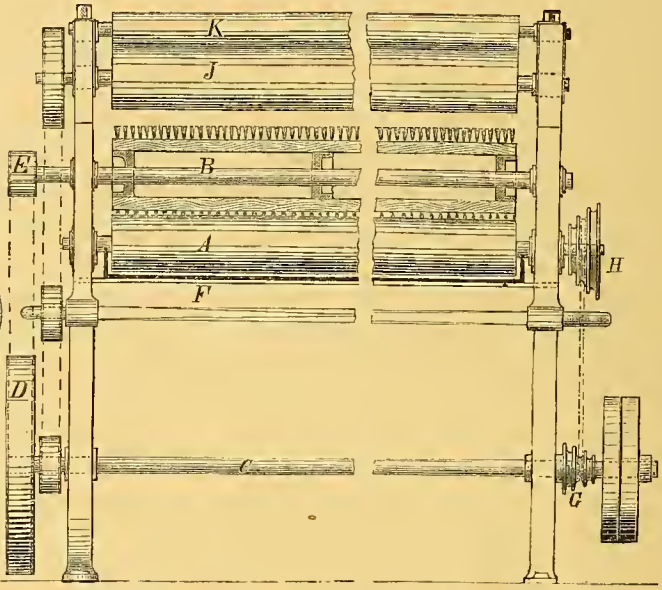



Fig. 860.



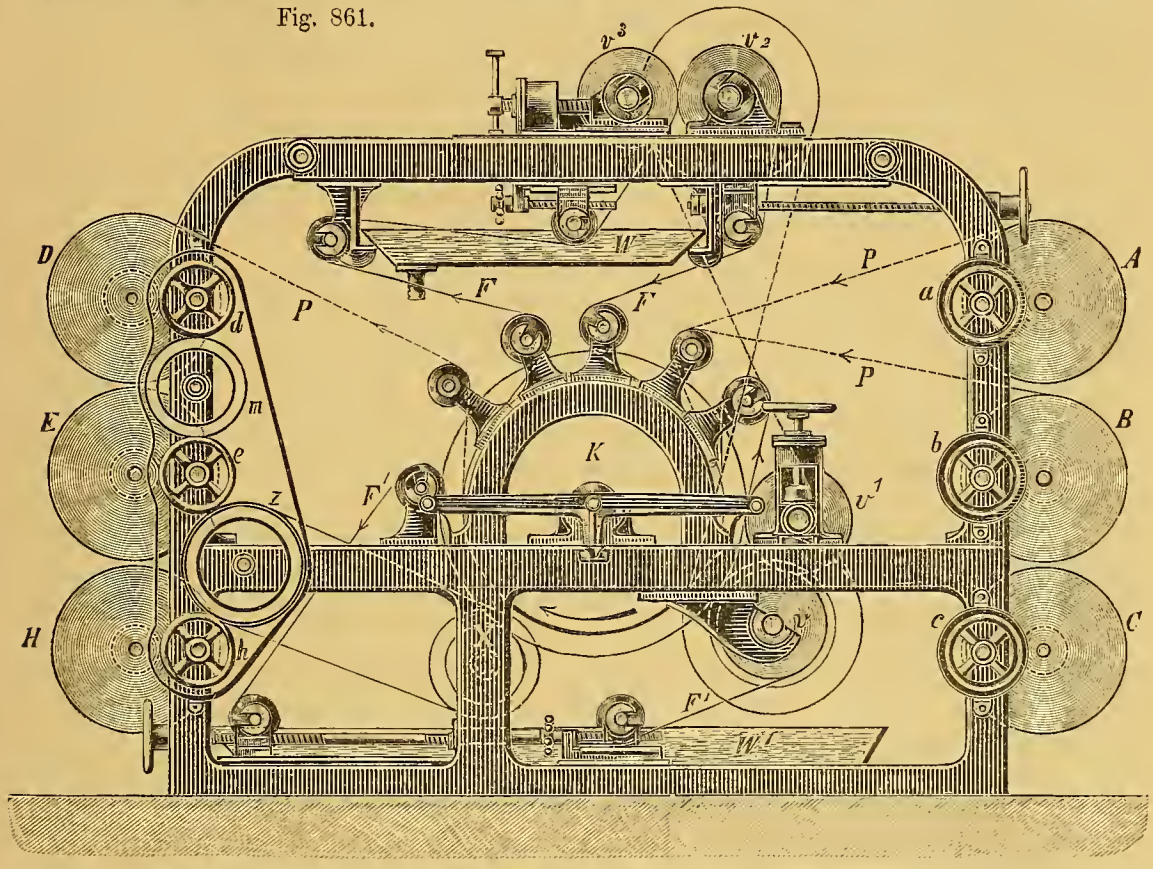

ist eine kupferne Speisewalze *A* geschaltet, auf deren Oberfläche zu besserer Aufnahme des Wassers vertiefte Pünktchen, Riffeln u. dergl. gestochen sind. Die Bürste erhält von der Welle *C* aus durch Riemscheiben *DE* 800 bis 1000 Drehungen in der Minute. Die Speisewalze *A*, deren untere Hälfte in den Trog *F* taucht, wird von Stufenscheiben *GH* beliebig rasch bewegt. Der auf das Papier gespritzte Wassernebel wird um so dichter, je rascher man die Speisewalze *A* laufen lässt, und je näher man dieselbe mit Stellspindeln und Handrädchen gegen die Bürste *B* hin rückt. Das Papier wird durch Förderwalzen *JK* von der Rolle *L* abgezogen, geht dicht an *B* vorbei und wird feucht auf *M* gerollt. Mit der verstellbaren Leitwalze *N* kann man die Papierbahn dicht an die Bürste bringen.

Sollen beide Seiten des Papiers bespritzt werden, so versieht man den Feuchter mit zwei Bürsten. Durch Anwendung der Speisewalze soll gleichmässige leichte Feuchtung erzielt werden.

Gottfried Versock, Direktor der Papierfabrik Königstein in Sachsen, hat die in Fig. 861 in 1 : 20 der wahren Grösse im Aufriss dargestellte Feucht-

maschine gebaut und deren Ausführung für weitere Kreise der Aktien-Gesellschaft Escher, Wyss & Co. in Zürich übertragen. In der Mitte der Maschine dreht sich

Fig. 861.




ein Cylinder $K$ von 70 cm Durchmesser, der von zwei nassen Filzen $F$ und $F^1$ eingehüllt wird, und zwischen diesen beiden Filzen geht die Papierbahn durch, welche befeuchtet werden soll. Die Maschine kann drei Papierrollen $A\ B\ C$ zugleich aufnehmen, von denen eine (oder zwei, wie in Fig. 861) Papierbahn $P$ zwischen den Filzen $F$ und $F^1$ durchgeführt und in $D\ E\ H$ wieder aufgerollt wird. Der Filz $F$ geht durch den mit Wasser gefüllten Trog $W$ und wird zwischen kupferbekleideten gusseisernen Walzen $v^2$ und $v^3$ ausgepresst, $F^1$ wird im Trog $W^1$ mit Wasser getränkt und zwischen Walzen $v\ v^1$ ausgepresst. Einige Filzwalzen können so verstellt werden, dass der Filz mehr angespannt und auf grössere oder kürzere Strecke durch Wasser läuft. Durch Regelung des Ab- und Zulaufs von Wasser in den Trögen, sowie durch schwächeres oder stärkeres Anpressen der Walzen $v^1$ gegen $v$ und $v^3$ gegen $v^2$ kann man die Wasseraufnahme der Filze nach Bedarf einrichten. Von Welle $X$ wird durch Zahnräder der Cylinder $K$, von einem Zahnrad auf dessen Welle die Walze $v$ und von dieser durch gekreuzten Riemen Walze $v^2$ in Bewegung gesetzt. Die je mit Reibungsbremse versehenen Papierrollen $A\ B\ C$ können von Handrädern $a\ b\ c$ aus durch Vermittlung von Zahnrädern gedreht werden.

Die Hauptwelle $X$ treibt mit offenem Riemen die Scheibe $Z$, und von dieser aus erhalten die Reibungstriebwellen $d\ e\ h$ der Aufrollwellen $D\ E\ H$ durch Zahnräder ihre Bewegung. Eine Schutzhülle $m$ deckt die Zahnräder.

Der Cylinder $K$ muss aus Gusseisen mit Kupferbekleidung bestehen, wenn er, wie in Fig. 861, mittels Durchleiten von Wasser zum Kühlen des Papiers dienen soll. Solche Kühlung ist aber nur erforderlich, wenn das Papier direkt von der Maschine weg gefeuchtet werden soll. Da dies aber selten geschieht, so kann man die Trommel $K$ in den meisten Fällen aus Holz machen.

Der Antrieb erfolgt durch Riemen mit Voll- und Leerscheiben oder Kegelriemscheiben. Manchmal erhält der Feuchter eine langsame Einführungs-Geschwindigkeit von 7 bis 12 m, die dann in eine Arbeitsgeschwindigkeit von 25 bis 50 m in der Minute übergeführt wird.

Durch die andauernde Berührung beider Seiten des Papiers mit gespannten nassen Filzen wird nach der Erfahrung des Erfinders gründliche und gleichmässige Feuchtung erzielt. Diese durchgreifende Feuchtung soll auch bewirken, dass leichte Wellen, Runzeln, Falten, die das Papier auf der Papiermaschine erhalten hat, beim Glätten im Kalander wieder verschwinden, dass das Papier überhaupt geschmeidiger als bei anderer Feuchtung wird. Die Erfahrung des Erfinders erstreckt sich bis jetzt (1892) nur auf feine und Druckpapiere, und man könnte bezweifeln, ob die Feuchtung für sehr starke Packpapiere genügt, da jeder Theil des Papiers während seines Durchgangs nur mit denselben Stellen der beiden Filze in Berührung bleibt, also nur einen Theil des Wassers aufnehmen kann, welches diese enthalten. Da jedoch die Feuchtung der Filze beliebig geregelt werden kann, so scheint sie für alle Fälle zu genügen. Bei Verwendung solcher Filzfeuchter muss man dafür sorgen, dass dieselben während des Durchgangs einer Rolle Papier nicht zum Stillstand kommen, da sonst das zur Zeit zwischen den Filzen befindliche Papier aufgeweicht wird.

**353. Verwendung und Wirkung der Feuchter.** In den Vereinigten Staaten von Amerika, wo die Rollkalander zuerst allgemeine Verwendung fanden, wurden anfangs keine Feuchter verwendet. Man begnügte sich damit, das Papier auf der Papiermaschine nicht zu trocken, spröde und hart werden zu lassen, damit es unter dem Druck der Glättwalzen nicht nothlitte. Später versah man die Papiermaschinen mit Feuchtern und bewirkte damit, dass das Papier empfänglicher für das Glätten in die Kalander gelangte. Besondere Feuchter wie die vorstehend beschriebenen sind dort noch nicht (1891) eingeführt, werden aber voraussichtlich Eingang finden, sobald ihr Werth richtig erkannt ist.

In den amerikanischen Fabriken lässt man das Papier nöthigenfalls drei bis fünf Mal durch die Kalander laufen, um den gewünschten Glanz zu erzielen, während man in Europa stark gefeuchtetes Papier nur ein-, höchstens zweimal durchführt. Das trockene oder wenig gefeuchtete Papier mag, wie die Amerikaner annehmen, seine Glätte dauernder behalten als vorher genässtes, erfordert aber auch grossen Aufwand von Anlage-Kapital, Arbeit und besonders von Triebkraft.

W. Schacht stellte mit geleimtem Papier, welchem vor dem Glätten im neunwalzigen Glättwerk 4 bis 6 pCt. Feuchtigkeit gegeben waren, und mit ungeleimtem Papier von etwa 9 pCt. Feuchtigkeit eine Reihe von Versuchen an, die er in Nr. 86 der Papier-Zeitung, Jhrg. 1889, veröffentlichte. Es ergab sich, dass bei guter Feuchtung auch hohe Glätte erzielt wurde, ohne dass die Festigkeit und Elasticität (Reisslänge und Dehnbarkeit) darunter litten.

So wichtig gutes Feuchten demnach ist, so sehr muss man sich hüten das

Feuchten zu weit zu treiben. Feuchtet man zu stark, so wird das Papier durch das Glätten unansehnlich, verliert den *Griff,* wird lappig, erhält Eindrücke von allen fehlerhaften Stellen der Glättwalzen und zeigt in der Durchsicht, dass das Fasergewirre ganz zerdrückt ist. Da sich die Papiere je nach Rohstoffen, Dicke und Herstellung verschieden verhalten, so muss der Papiermacher durch Erfahrung für jede Sorte die für seine Glättwerke richtige Feuchtung ermitteln. Harte Stoffe können im allgemeinen stärkere Feuchtung ertragen als weiche.

Da die Glätte in hohem Grade von richtiger Feuchtung abhängt, so muss der Feuchter unter Aufsicht des Kalanderführers und desshalb nahe bei dem Kalander stehen. Um gleichmässige Durchfeuchtung zu erzielen, wird der Führer die gefeuchteten Papierrollen so lange stehen lassen, bis das Wasser gleichmässig alle Theile durchzogen hat, aber auch nicht länger, damit das Papier nicht wieder trocken und spröde wird.

**354. Amerikanische Glättwerke für Rollenpapier** *Super calenders.* Die in Abschn. 347 u. 348 beschriebenen Glättwerke sind nur für Papiere bestimmt, welche, wie z. B. thierisch geleimte, in Bogen getrocknet werden. Alle im Stoff geleimten und auf der Maschine angefertigten Papiere können und sollten in Rollen geglättet werden, weil dabei die zum Einschieben und Abnehmen der Bogen nöthige Handarbeit erspart und in gleicher Zeit mehr geleistet wird. In Amerika, wo man schon viel länger als in Europa mit solchen Maschinen arbeitet, geschah dies schon 1870 allgemein, doch gab es damals auch Glättwerke tür Rollenpapier, welche mit denselben Vorrichtungen zum Durchführen des Papiers wie das Bogenglättwerk Figg. 846 und 847 versehen waren. Ein Glättwerk der Pusey & Jones Company in Wilmington, Delaware, aus dem Jahre 1871 ist perspektivisch in Fig. 862 dargestellt. Es besteht aus vier Hartwalzen $A\,A'\,A^2\,A^3$ und vier Papierwalzen $B\,B'\,B^2\,B^3$ und ist, wie die meisten amerikanischen Glättwerke für Rollen, nicht mit Führungsbändern versehen. Hier sind, wie dies häufig geschieht, zwei Papierwalzen $B^2\,B^3$ aufeinander gelegt, damit beide Seiten des Papiers mit einem Durchgang geglättet werden.

Die oberste und unterste Hartwalze haben besonders grossen Durchmesser, erstere, um durch ihr Gewicht einen gleichmässigen Druck auszuüben, und die Tragwalze, damit sie unter der auf ihr ruhenden Last nicht federt.

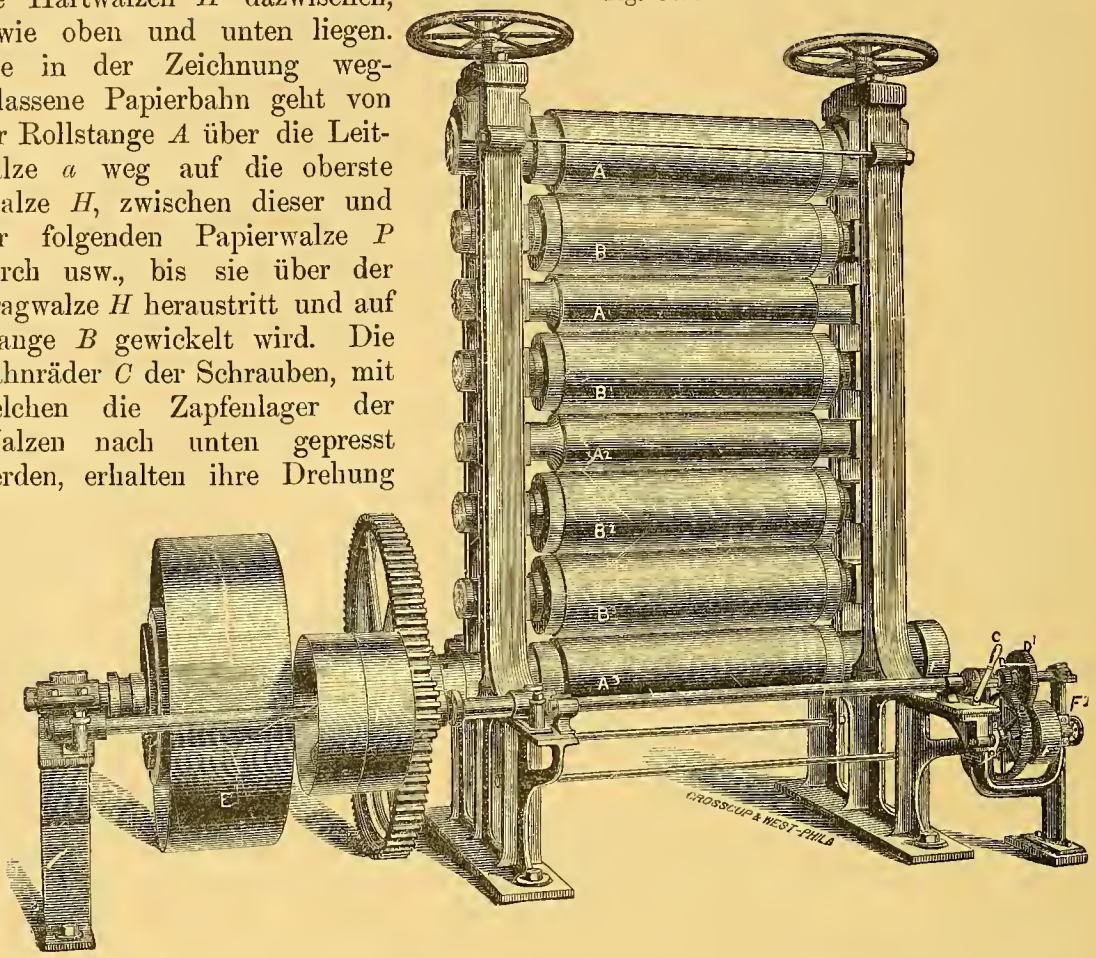
Die Welle, welche das geglättete Papier aufnimmt, wird von einem über die Scheiben $F\,F'$ gelegten Riemen durch Vermittlung eines der Räderpaare $D$ oder $D'$ getrieben. $F$ ist eine Friktionsscheibe, deren Reibung und Antrieb durch Drehung des Handrädchens $F^2$ geregelt wird, und durch Verwendung des einen oder andern der Räderpaare $D$ und $D'$ kann man der Rollwelle verschiedene Geschwindigkeit ertheilen. Diese Welle trägt weder Scheibe noch Rad, sie lässt sich daher leicht herausnehmen oder einlegen und wird von einer Handhabe $C$ aus ein- oder ausgekuppelt.

Die treibende Riemscheibe $E$ ist nicht mit der Welle verbunden, sie ist innen mit Holz ausgefüttert und setzt die Welle nur durch eine genau hinein passende konische Friktionsscheibe in Bewegung. Der in Fig. 862 dargestellte Kalander war schon in der ersten Ausgabe dieses Buches beschrieben.

Jetzt baut dieselbe Fabrik meist Rollkalander mit 10 Walzen, wie der in Fig. 863 dargestellte, dessen 6 Papierwalzen $P$ paarweise angeordnet sind, während

die Hartwalzen $H$ dazwischen, sowie oben und unten liegen. Die in der Zeichnung weggelassene Papierbahn geht von der Rollstange $A$ über die Leitwalze $a$ weg auf die oberste Walze $H$, zwischen dieser und der folgenden Papierwalze $P$ durch usw., bis sie über der Tragwalze $H$ heraustritt und auf Stange $B$ gewickelt wird. Die Zahnräder $C$ der Schrauben, mit welchen die Zapfenlager der Walzen nach unten gepresst werden, erhalten ihre Drehung

Fig. 862.

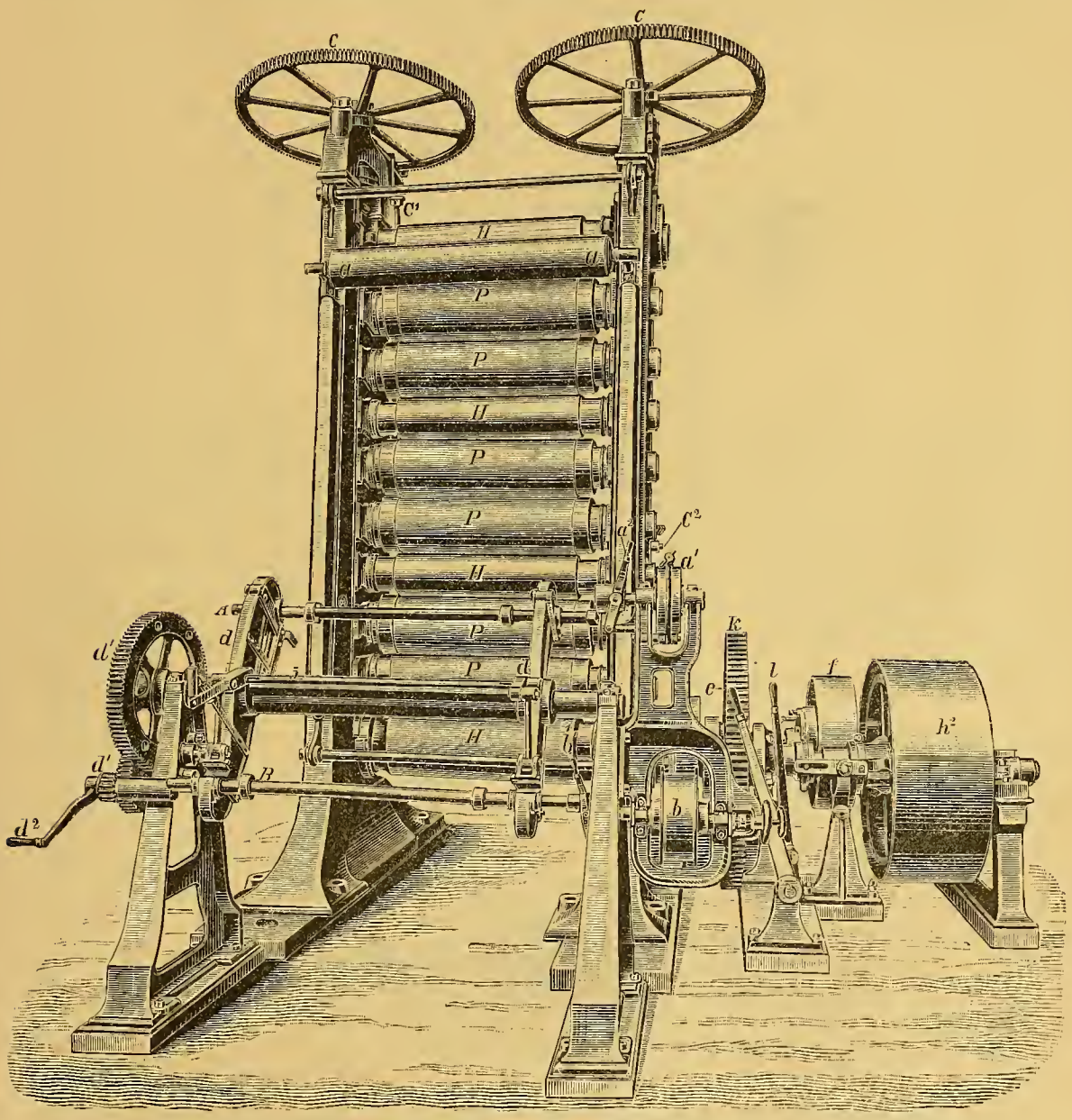



durch Vermittlung eingreifender Zahnrädchen von senkrechten Stangen $C^1$, die von einer nicht sichtbaren waagerechten Drehstange mit Kegelrädchen und Handrad gemeinsam bewegt werden. Sollen die Lager links und rechts ausnahmsweise verschiedenen Druck erhalten, so kann man das rechts bei $C^2$ sitzende Kegelrädchen auskuppeln und jede senkrechte Stange $C^1$ besonders drehen.

Jede frisch eingelegte, mit Papier gefüllte Rollstange $A$ wird vom Handhebel $a^2$ aus durch Ueberschieben einer viereckig ausgesparten Muffe mit dem Vierkant-Ende der Stange $A$ verbunden und dadurch unter den Einfluss der in Figg. 864 und 865 besonders dargestellten Bremse $a^1$ gebracht. Diese sorgt dafür, dass die Welle $A$ dem Zug der Papierbahn nicht zu leicht nachgiebt, dass diese also gespannt bleibt. In gleicher Weise wird die geflanschte Aufrollwelle $B$ durch Ueberschieben einer Muffe vom Handhebel $b^1$ aus mit der Flansch-Riemscheibe $b$ verbunden, deren Bauart in Fig. 866 gezeigt ist. Sie erhält ihren Antrieb von einer Riemscheibe, welcher die Plattenkupplung $h$, Figg. 868 und 869, als Nabe dient, also von der getriebenen Walze $H$ aus. Die Gestellarme $d\,d$, in denen die Rollstangen $A$ und $B$ gelagert sind, sitzen selbst auf einer Welle, die von der Kurbel $d^2$ durch Vermittelung mehrerer Zahnräder $d^1$ gedreht wird, wenn die Roll-

stangen ihren Platz wechseln oder ändern sollen. Die nach innen gekehrte, flach gegossene Seite des grossen Zahnrades $d^1$ ist mit vier Löchern versehen, deren

Fig. 863.

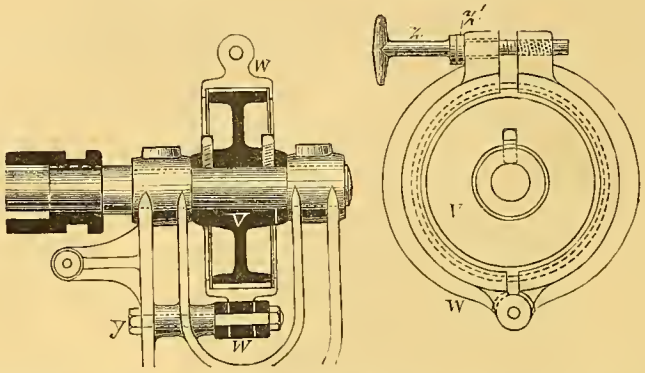



drei in Fig. 863 sichtbar sind. In jedes dieser Löcher kann man einen im Gestellbock gelagerten Stift treten lassen, der von einer Feder vorgetrieben und von einem Handhebel regiert wird. Zwei der Löcher im Rad $d^1$ befinden sich in solcher Lage, dass die Tragarme $d$ senkrecht stehen, wenn der Stift eingesprungen ist. Greift der Stift in eines der beiden anderen Löcher, so sind die Wellen $A$ und $B$ um 52° gegen die senkrechte Stellung verschoben, d. h. in solcher Lage, dass sich

Welle $A$ oder $B$ bequem auswechseln lässt. Der Stift hält das Gestell in jeder der vier Stellungen während des Ab- und Aufrollens unveränderlich fest.

Die Bremse $a^1$ ist in Figg. 864 und 865 in 1:10 der wahren Grösse besonders dargestellt. Sie besteht aus der Kernscheibe $V$, deren cylindrische Oberfläche mit

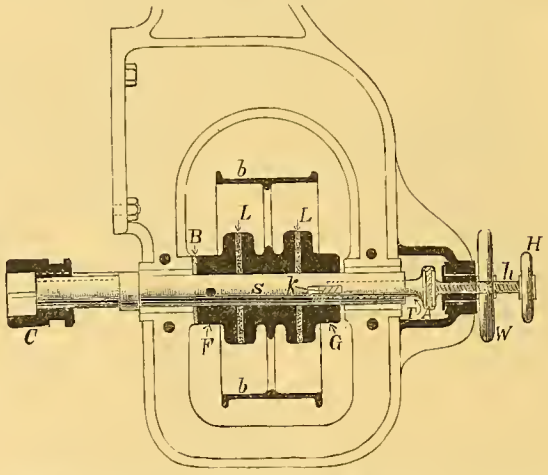
Fig. 864. Fig. 865.




aufgenietetem Leder versehen ist, und den darum gelegten halbkreisförmigen Bremsbacken $W$. Die Backen $W$ haben ihren gemeinsamen festen Drehpunkt im Bolzen $y$ und werden mit dem Messinggriff der Schraube $z$ beliebig stark zusammengezogen. Um dieses Zusammenziehen nicht gefährlich werden zu lassen, ist zwischen eine Ansatzscheibe des Bolzens $z$ und deren Auflage an der Bremsbacke $W$ eine Gummischeibe $z'$ geschaltet.

In Fig. 866 ist die Riemscheibe $b$ in 1:10 der wahren Grösse wiedergegeben. Sie sitzt mit ihrer Nabe lose auf Welle $S$, wird aber auf beiden Seiten

Fig. 866.

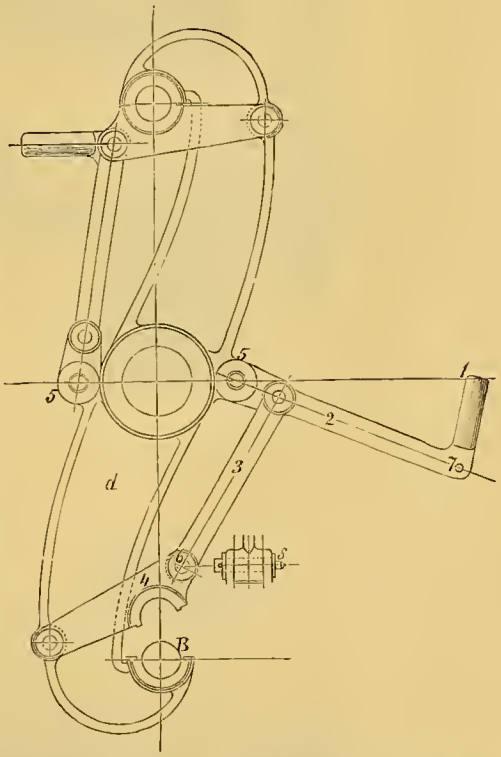



von Lederscheiben $L$ gefasst und von denselben ganz oder nur langsam mitgenommen, je nachdem man dieselben anpresst. Die Widerlagsplatte $F$ der einen Lederscheibe $L$ ist mit einem Stift unveränderlich auf der Welle $S$ befestigt, die andere $G$ wird von einem lose durch Welle $S$ gesteckten Schlusskeil $k$ darauf gehalten. Dreht man mit dem Handrad $H$ die Schraube $h$ einwärts, so presst diese die Reibungsscheibe $A$ und durch diese den Stift $T$ auf den Schlusskeil $k$. Dieser presst auf die

Reibungsplatte *G* und veranlasst Mitnahme der Riemscheibe *b* durch die Lederscheiben *L*. Zwischenlage *B* verhindert Anpressen der Widerlags-Platte *F* gegen das Gestell. Muffe *C* verbindet die Rollwelle mit Welle *S*. Man kann mit dem Handrad *W* die Schraube *h* feststellen. Beim Anwachsen der Papierrolle auf der Aufrollwelle hat man nur durch Drehen des Handrads *H* die Reibung so zu vermindern, dass sich Welle *S* immer langsamer dreht.

In Fig. 867 ist einer der Gestellarme *d* in 1 : 10 der wahren Grösse dargestellt. Das Lager der unteren Rollstange *B* ist geöffnet, das der oberen geschlossen gezeichnet. Durch Anheben des Griffes *1* ist mittels der Hebel *2*, *3* und *4* der Lagerdeckel der Stange *B* abgehoben und wird von einer Fangfeder in der gezeichneten erhobenen Stellung erhalten. Die in Figg. 863 u. 867 sichtbaren Wellen *5* verbinden je zwei Hebel beider Arme und bewirken, dass die Lager beider mit einem Griff gleichzeitig geöffnet und geschlossen werden. In dem Drehpunkt der Hebel *3* und *4* sitzt ein Stift *6*, dessen spitzes Ende *8*, wie nebenan besonders dargestellt, nach der Seite des Hebels *2* herausragt. Wird ein Hebel *2* niedergedreht, so kommen die Lagerkappen auf Welle *B*, und ein Loch *7* im Ellbogen von *2* kommt auf die Spitze *8*, schnappt ein und wird festgehalten, bis man die Lagerdeckel wieder abhebt. Das Gestell ist so stark, dass man Rollen von 200 bis 240 kg Papier damit von unten nach oben drehen kann. Dies ist z. B. nothwendig, wenn das Papier von *A* auf *B* gerollt ist und nochmals durch den Kalander gehen soll.

Fig. 867.




Das Vorgelege ist so eingerichtet, dass man die Walzen bei der Einführung langsam laufen lassen und ohne Unterbrechung in raschen Gang setzen kann. In Figg. 868 und 869 ist dasselbe in grösserem Maassstab in Grund- und Aufriss dargestellt. Die unterste Walze *H*, welche die darauf liegenden durch Reibung mitnimmt, ist durch die Plattenkupplung *h* mit der Triebwelle $h^1$ verbunden, auf welcher die Reibungs-Riemscheibe $h^2$ sitzt. Diese stets mit gleicher Geschwindigkeit getriebene Riemscheibe ertheilt der Walze *H* eine Umfangs-Geschwindigkeit von 400 bis 500 Fuss in der Minute, wenn die Reibungs-Kupplung *d* durch Drehen des Hebels *e* in der Pfeilrichtung eingerückt ist. Die langsame Einführungs-Bewegung wird der Walze *H* von der Reibungs-Riemscheibe *f* aus durch die Zahnräder *g* und *k* ertheilt.

Die Riemscheibe *f* sitzt lose auf der Welle *i*, tritt aber in Wirksamkeit, sobald ihre Reibungs-Kupplung *m* durch Drehen des Hebels *l* nach links eingerückt ist. Da das Zahnrad *k* nur lose auf seiner Nabe sitzt, so wird durch Einrücken der Reibungs-Kupplung *m* nur *k*, aber nicht der Kalander in Bewegung

gesetzt. Dies geschieht erst, wenn zwei Stifte $o$ von quadratischem Querschnitt, welche in der auf Welle $h'$ gleitenden Muffe $n$ sitzen und durch genau passende Aussparungen der Nabe des Rades $k$ gehen, so weit durchgeschoben werden, dass sie auf der anderen Seite des Rades $k$ in Vertiefungen der Kuppelplatte $p$ greifen. Das Rad $k$ nimmt dann die in seiner Nabe sitzenden Quadrat-Stifte $o$ mit, dreht

Fig. 868.

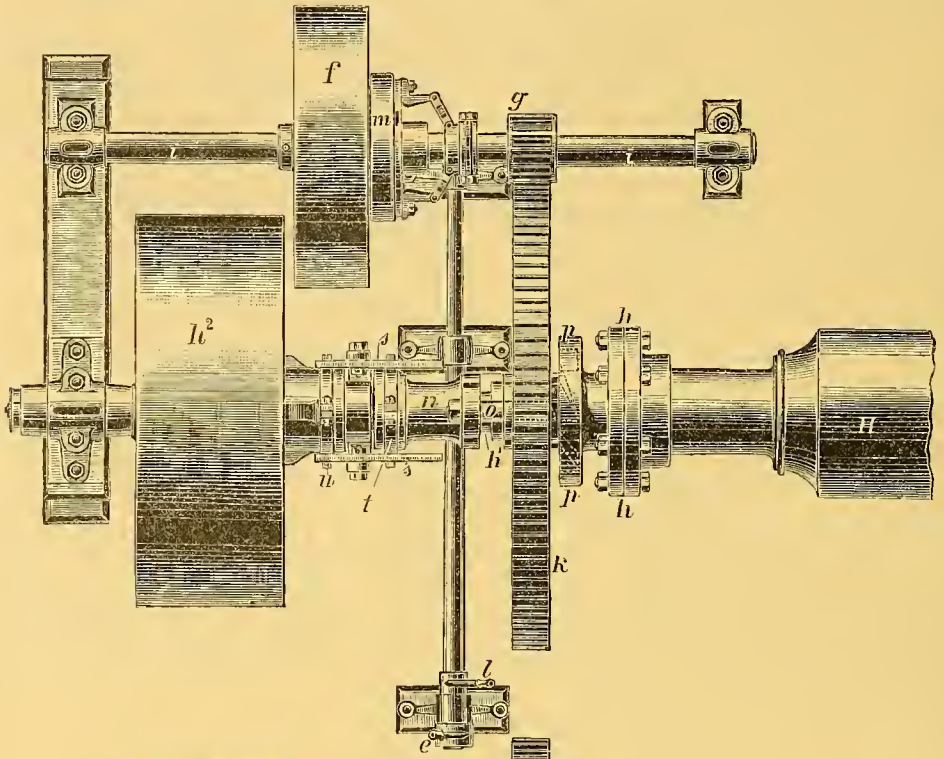
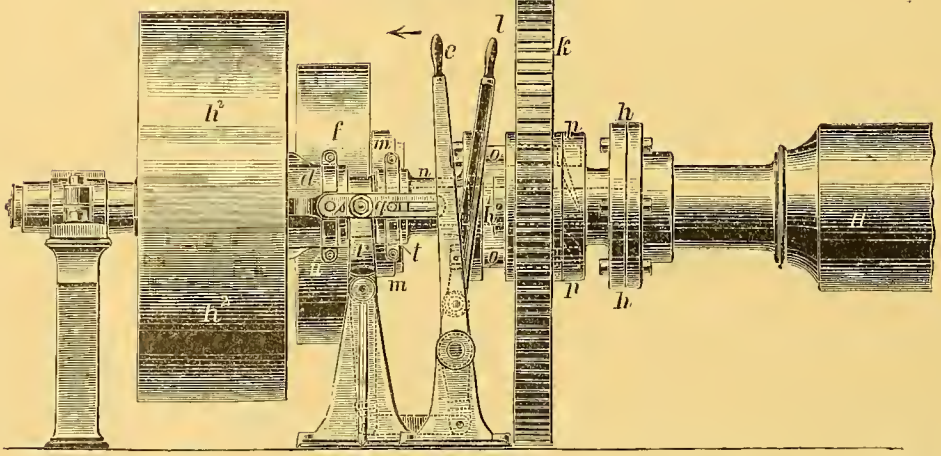



Fig. 869.




durch diese die Muffe $n$ und damit auch die untere Kalanderwalze $H$. Ein Querschnitt der Nabe des Rades $k$, sowie eines Stiftes $o$ und einer Vertiefung der Kupplungsplatte $p$ ist in Fig. 870 besonders gegeben. Die Bewegung der Muffe $n$ und damit auch der Stifte $o$ wird durch Drehung desselben Hebels $e$ bewirkt, welcher die Riemscheibe $h^2$ aus- und einrückt. Die von $e$ regierte Gabel $r$ be-

# Tafel VIII.

Fig. 871.

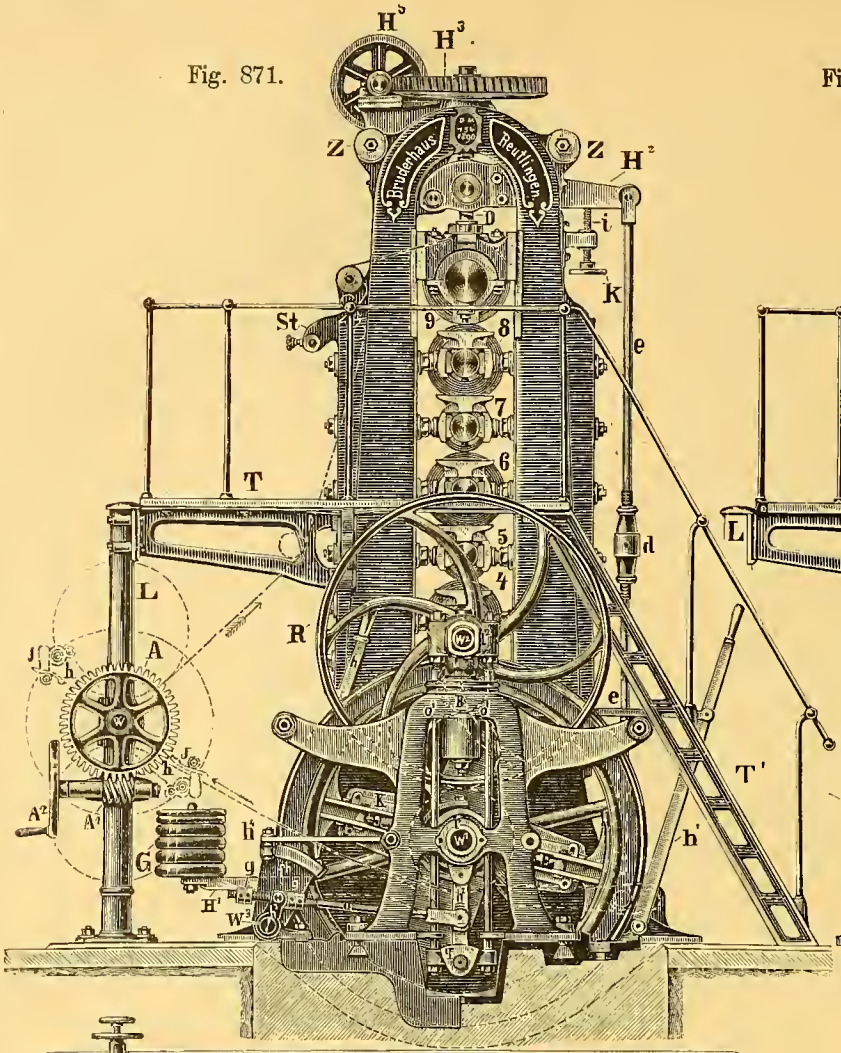
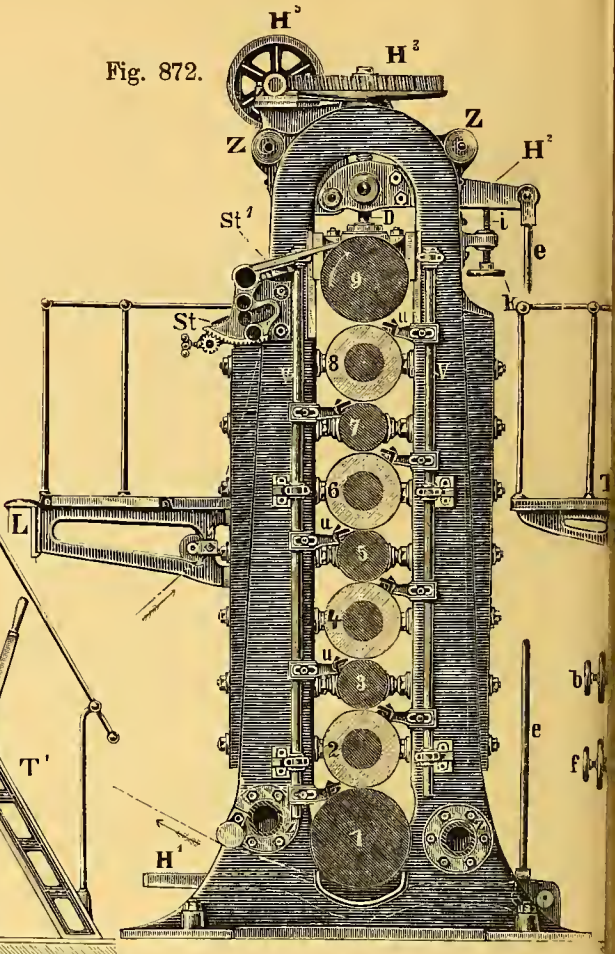



Fig. 872.



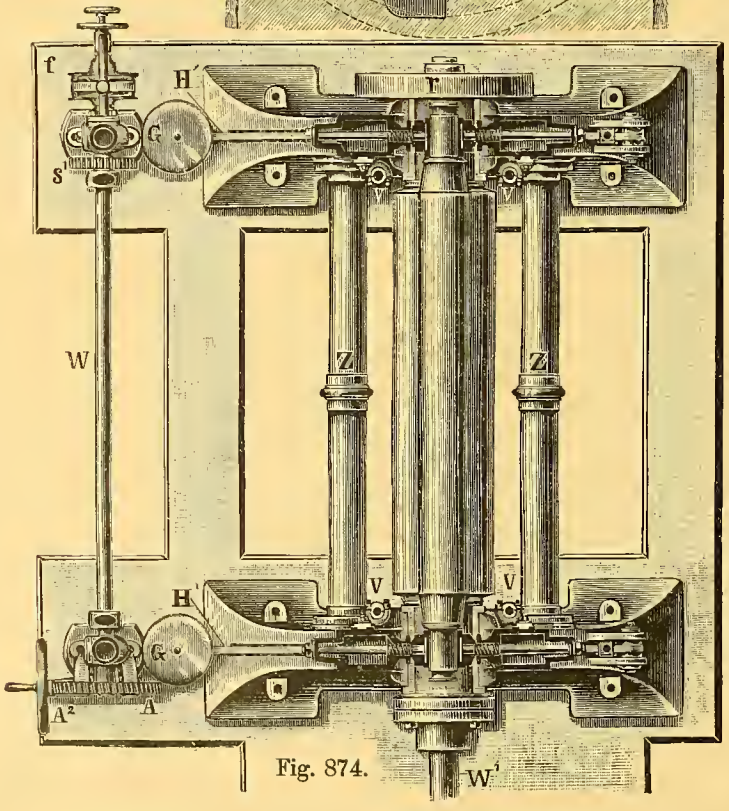




Fig. 874.

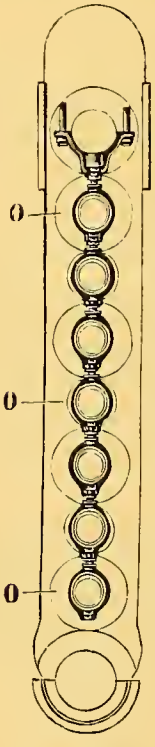
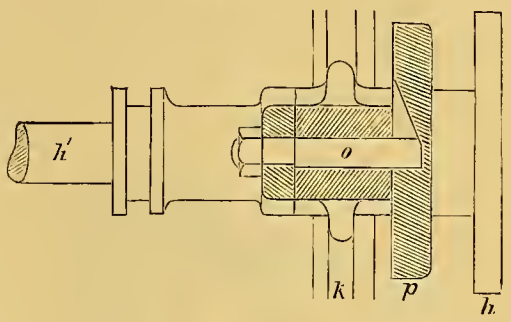



Fig. 876.

wegt nämlich zwei Lineale $s$, und in Schlitzen dieser Lineale sitzen Stifte $q$, die von einem Ringe $t$ der Muffe $n$ ausgehen und sich mit diesem bewegen. Das andere Ende der Lineale $s$ fasst mit Ring $u$ die Reibungs-Kupplung der Riemscheibe $h^2$.

Will man den Kalander in Gang setzen, so bleibt die Kupplung $d$ ausgerückt, Riemscheibe $h^2$ dreht sich lose, und die Zahnräder $g\,k$ werden durch Einrücken der Kupplung $m$ vom Hebel $l$ aus in Gang gesetzt. Dann wird Hebel $c$ nach rechts, also entgegengesetzt der Pfeilrichtung, gedreht, und damit durch Vermittlung der Stifte $q$ und der Muffe $n$ das Eindringen der Stifte $o$ durch Rad $k$ in die Kupplungsplatte $p$ bewirkt. Dann bewegt sich der Kalander so langsam, dass das Papier gefahrlos durchgeführt werden kann. Um zum raschen Gang überzugehen, dreht man Hebel $c$ nach links, mit dem Pfeil, bis Kupplung $d$ eingerückt ist, und Riemscheibe $h^2$ die Welle $h^1$ mitnimmt. Die Stifte $o$ greifen immer noch in die Platte $p$, weil die Stifte $q$ in Schlitzen sitzen und es dadurch den Linealen ermöglichen, $d$ einzurücken, ohne die Stifte $o$ zurückzuziehen. Die untere Kalanderwalze *II* wird in diesem Augenblick vom Zahnrad $k$ langsam und von der Riemscheibe $h^2$ gleichzeitig rasch angetrieben, nimmt aber die raschere Bewegung an. Da jedoch die Stifte $o$ nur die Drehbewegung von $k$ mitmachen, so werden sie von den rasch laufenden schrägen Flächen ihrer Sitze in Platte $p$, Fig. 870, herausgedrängt, bis sie ausser Berührung mit der Platte $p$ sind. Die Einwirkung des langsamen Ganges auf die Glättwalzen ist damit von dem rascheren Gang selbstthätig und ohne die geringste Unterbrechung aufgehoben. Das Rad $k$ und mit ihm Stifte $o$ und Muffe $n$ drehen sich weiter auf der Welle $h'$, ohne diese zu beeinflussen, bis durch Drehen des Hebels $l$ die Kupplung $m$ ausgerückt wird, und die Räder $g\,k$ zum Stillstand kommen. Soll der Kalander stillstehen, so hat man nur mit Hebel $c$ die Reibungskuppelung $d$ auszurücken. Diese vielfach ausgeführte Einrichtung scheint allen Anforderungen zu entsprechen, da sie nicht nur den Uebergang von langsamem zu raschem Gang ohne Unterbrechung zulässt, sondern jede Möglichkeit einer solchen ausschliesst. Wenn der Arbeiter noch so unerfahren ist und die Hebel in falscher Richtung dreht, so kann er damit keinen Schaden anrichten, weder die Arbeit noch das Getriebe schädigen.

Fig. 870.




**355. Deutsche Rollkalander.** Seit Erscheinen der ersten englischen Ausgabe dieses Buches, 1873, worin schon amerikanische Rollkalander beschrieben waren, haben die deutschen Maschinenfabrikanten im Bau von Glättwerken grosse Fortschritte gemacht. Ihre Rollkalander stehen an zweckmässiger Bauart und Güte der Walzen keinen anderen nach und werden auch vom Ausland viel gekauft. Als Beispiel ist auf Tafel VIII, Figg. 871, 872, 873, 874, 875 ein Rollkalander der Vereinigten Werkstätten zum Bruderhaus in Reutlingen, Württemberg, in 1 : 30 der wahren Grösse in Auf- und Grundrissen dargestellt.

Er besteht aus fünf Hartgusswalzen *1, 3, 5, 7, 9* und vier Papierwalzen *2, 4, 6, 8*. Die Lager der untern Walze *1* liegen fest, die anderen lassen sich in senkrechter Richtung verschieben. Die Walzen *2, 3, 4, 5, 6, 7, 8* können auch

Fig. 871.

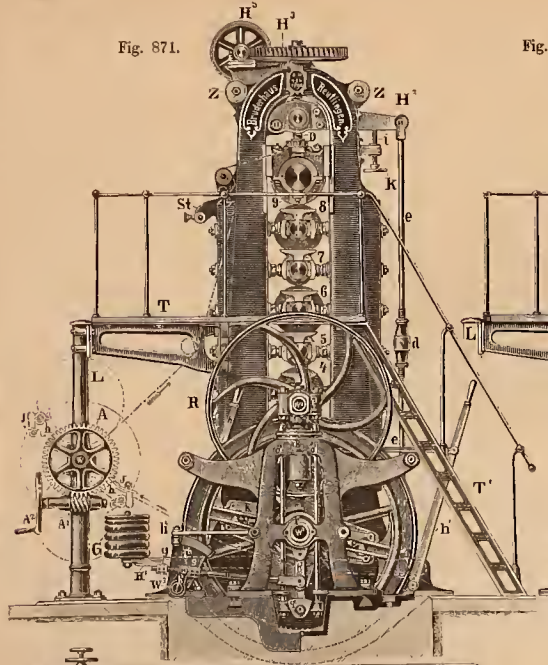


Fig. 872.

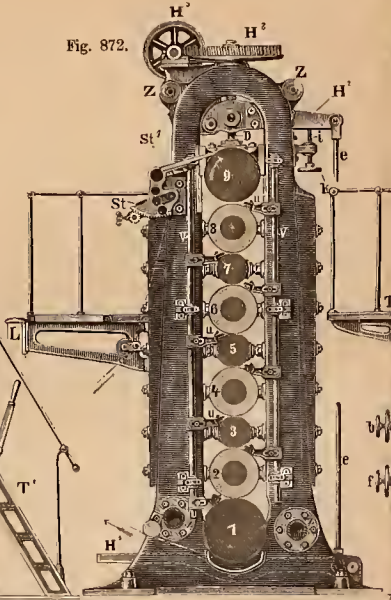


Fig. 873.

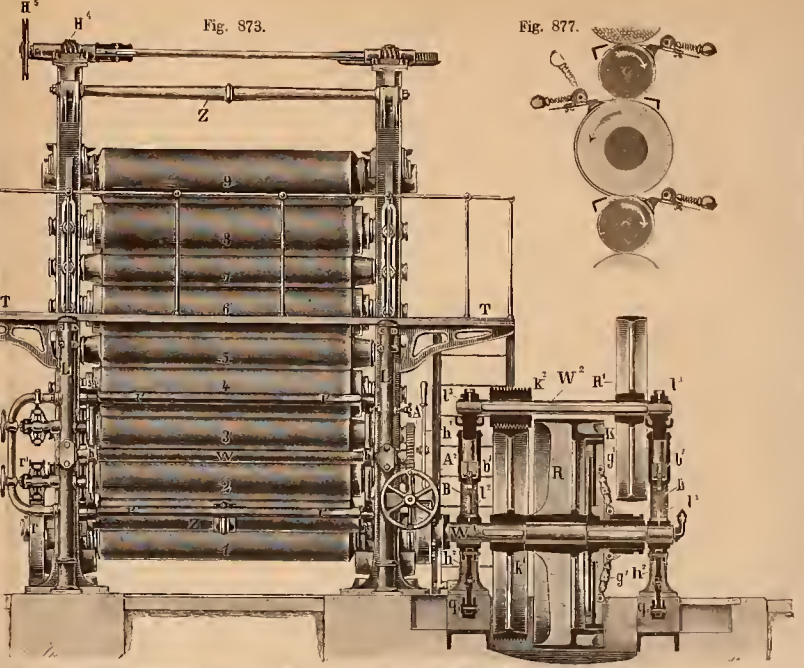


Fig. 877.



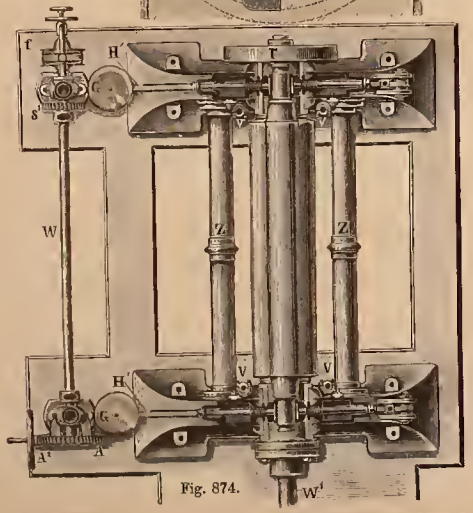


Fig. 874.

Fig. 876.

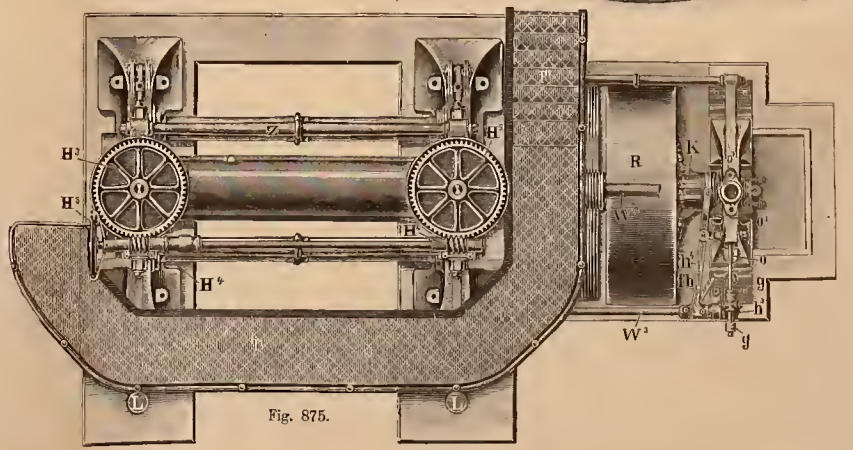
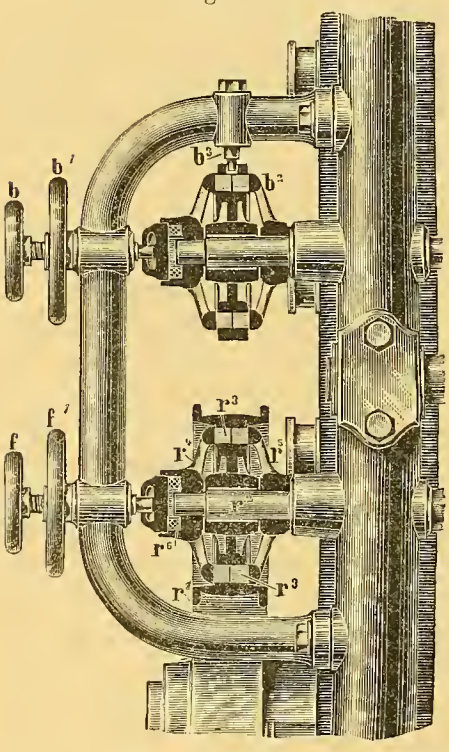


Fig. 875.

waagrecht, d. i. seitlich etwas verstellt werden, damit man ihre Mitte beim Einlegen sowie bei etwaiger ungleicher Lagerabnutzung genau in die senkrechte Druckebene bringen kann.

Der Ab- und Aufrollhaspel ist an zwei Säulen $L$ befestigt, welche durch zwei Träger der Plattform $T$ mit den Kalanderständern verbunden sind. Die Lager $l$, Fig. 873, der quadratischen Rollstangen $l'$ sitzen auf Doppelhebeln $h$, deren Welle $W$ vom Handrad $A^2$ aus durch Vermittlung des Schneckengetriebes $A\ A^1$ gedreht wird, wenn die gefüllte untere Rollstange mit der oberen den Platz wechseln soll, damit das Papier von neuem durchgeführt und geglättet werden kann. Das Stirnrädchen $s$ der oberen Rollstange $l'$, welche die zu glättende Papierrolle trägt, wird von dem darunter sitzenden Rädchen $s^1$ getrieben, auf dessen Welle die Bremse für die ablaufende Papierbahn sitzt. Die untere Rollstange $l'$, auf welche das durch die Walzen gegangene Papier gewickelt wird, erhält ihren Antrieb von der auf dem Zapfen der unteren Walze $1$ sitzenden Riemscheibe $r$ durch die mit Reibungskuppelung versehene Riemscheibe $r^1$ und Zahnrädchen $s^3$ $s^2$. In Fig. 878 ist ein Querschnitt der Bremse $b^2$ und der Riemscheibe $r^1$ in 1 : 10 der wahren Grösse gegeben. Die Riemscheibe $r^1$ sitzt lose auf ihrer Welle $r^2$ und nimmt diese nur mit, wenn ihre Hirnholz-Einsätze $r^3$ von den auf $r^2$ gekeilten Ringen $r^4$ und $r^5$ gefasst werden. Die Reibung zwischen den Ringen $r^4$ $r^5$ und den Einsätzen $r^3$ wird durch Drehen des Handrads $f$ bewirkt, dessen Schraube mit Kolben durch Vermittlung des Gummipuffers $r^6$ den Ring $r^4$ gegen die Holzeinsätze $r^3$ und diese gegen Ring $r^5$ presst. Mit der Gegenmutter $f^1$ kann man die Bremsschraube so feststellen, dass sie nicht zurückgeht. Je dicker die Papierrolle wird, welche sich auf die untere Rollstange wickelt, desto grösser wird — da die Riemscheibe $r^1$ stets gleich viele Umdrehungen macht — die Umfangsgeschwindigkeit der Papierrolle. Die sich aufrollende Papierbahn müsste daher bald reissen, wenn man die Reibung zwischen $r^3$ einer- und $r^4$ $r^5$ anderseits nicht so regeln könnte, dass theilweises Gleiten der Reibungsflächen eintritt, und die Geschwindigkeit der Riemscheibe $r^1$ nur theilweise auf die Rollstange übertragen wird.

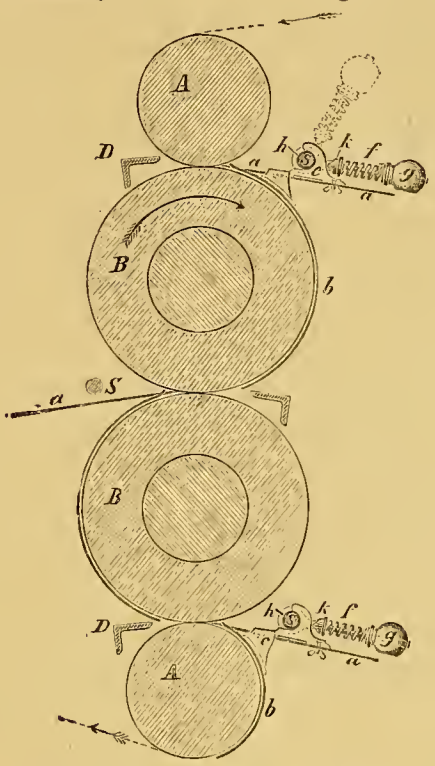
Fig. 878.




Damit das Papier beim Abrollen von der oberen Rollstange gespannt bleibt, muss diese verhindert werden, dem Zug des Papiers widerstandslos zu folgen. Der erforderliche Widerstand wird der Rollstange durch die Bremse $b^2$, Fig. 878, ertheilt, welche dieselbe Einrichtung wie die Reibungs-Riemscheibe $r^1$ hat, mit dem Unterschiede, dass hier anstelle der Auflage für den Riemen ein schmaler Kranz getreten ist, der von einem eingreifenden im Gestell befestigten Stift $b^3$ festgehalten wird. Durch Anziehen der Schraube mit dem Handrad $b$ kann man den Reibungswiderstand erhöhen und mit der Gegenmutter $b^1$ feststellen.

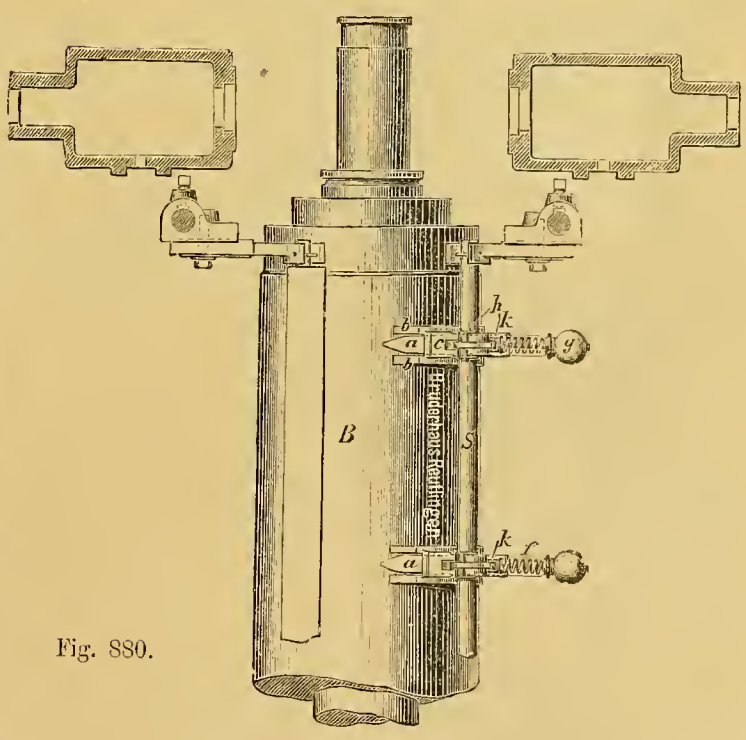
Ehe das Papier von der obern Rollstange ab in der in Fig. 871 gezeichneten Bahn zwischen die Glättwalzen gelangt, muss es sich durch vier Rundstangen *St* winden, damit es faltenlos weiter geht. Die aus Röhren bestehenden Rundstangen *St* lassen sich nicht drehen, aber wie aus Fig. 872 ersichtlich, gegen einander so verstellen, dass die Papierbahn in mehr oder weniger scharfen Zickzacklinien durchgeht. Damit das Papier bequem von der oberen Rundstange *St* auf die obere Walze 9 geführt werden kann, ist der freie Raum zwischen beiden mit einem Brett $St^1$ überdeckt.

Fig. 879.




Durch die Walzen geht das Papier mittels der in Fig. 877 auf Tafel VIII dargestellten Federbogenführung ohne Hilfe des Arbeiters. Zur Erklärung dieser Führung sollen Figg. 879 und 880 dienen, bei denen das Papier beispielsweise in der Richtung der Pfeile zwischen zwei Hartwalzen *A* und zwei Papierwalzen *B* durchgeht. Das Papier wird von der oberen Walze durch weiche Stahlschaberzungen *a* abgelöst und durch Messingfederbogen *b*, von denen einer auf jeder Seite der Zungen *a* angeordnet ist, um die untere Walze und zwischen diese und die nächstfolgende geführt. Jede Stahlzunge *a* ist mit ihren beiden Messingfederbogen *b* auf einem Halter *c* derart befestigt, dass sie sich ihrer

Fig. 880.



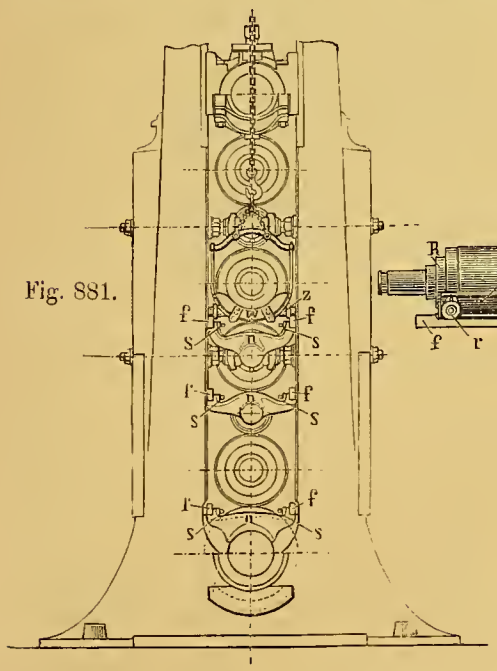
Abnutzung entsprechend verstellen lässt. Halter *c* umklammert mit seinem hakenförmigen Ansatz eine dünne auf die Stange *s* geschobene Messinghülse *h*, welche als Träger des Gewichtshebels *g* dient, der die Zunge *a* gegen die obere Walze *A* presst und die Messingbogen *b* in richtiger Lage erhält. Der Gewichtshebel *g* klemmt sich in der in Fig. 879 voll gezeichneten Lage dadurch fest, dass die lose Muffe *k* mit ihren Nasen von der Spiralfeder *f* auf die hakenförmigen Ausläufer des Halters *c* gepresst wird. Will man die Wirkung des Gewichts *g* aufheben, so dreht man es in die punktirte Lage. In dieser Lage befindet sich das schmale Ende der hakenförmigen Ausläufer von *c* zwischen der Hülse *h* und Muffe *k*, und der Einfluss der Feder *f* hört auf, weil Muffe *k* nicht weit genug herabgleiten kann, um mit ihren seitlichen Nasen diesen dünnen Theil der Haken zu berühren. In dieser punktirten Lage übt das Gewicht *g* keinen Druck mehr auf die Zunge *a*, und sie kann herausgenommen werden, was zum Schleifen derselben manchmal nöthig ist. Das Gewicht *g* ist unten abgeflacht, damit es das Herausziehen der Zunge *a* nicht hindert. Auf die Stangen *s* sind je nach der Papierbreite zwei oder mehr solcher Papierführungen gesteckt, die sich mit ihren Messinghülsen *h* leicht darauf verschieben lassen. Man setzt gewöhnlich einen solchen Federbogen etwa 10 cm von jedem Papierrand und zwischen diesen so viele, dass auf etwa 30 bis 40 cm Länge einer kommt. Die Federbogen *b* sind gleich weit, etwa 3 cm abstehend, von der unteren Walze anzuordnen und werden aus Messing genommen, damit man sie jederzeit leicht nach der betreffenden Walze biegen kann.

In manchen Fabriken wurden die Papierführungen wieder von den Kalandern entfernt, weil es vorkam, dass Messing-Leitfedern von den Walzen erfasst und letztere dadurch verdorben wurden. Solche Unfälle sollen jedoch nur dem Umstand zuzuschreiben sein, dass die Papierführungen der nöthigen Aufmerksamkeit entbehrten.

Gewöhnlich wird der ziemlich starken Abnutzung der Stahlzungen *a* nicht genügend Rechnung getragen. Dieselben müssen von Zeit zu Zeit geschliffen, abgezogen und nachgestellt werden. Die Leitfedern sind, nachdem die Papierwalzen durch Abdrehen im Durchmesser kleiner geworden sind, jedesmal frisch zu richten. 10 bis 20 Minuten täglich genügen zur Besichtigung und Nachstellung der Papierführungen und damit zu deren Instandhaltung. Dieser Aufenthalt wird durch geringeres Ausschussergebniss und bessere Arbeit der gut erhaltenen Walzen aufgewogen, abgesehen von der Vermeidung von Unfällen. Diejenigen Papierführungen, deren Stahlzungen die Papierwalzen berühren, bedürfen der Aufsicht am meisten, weil sich die Stahlzunge leicht in eine Marke oder Wunde der letzteren einspickt. Die Papierführungen sind desshalb an Stellen zu bringen, wo die obere Walze unversehrt ist, was sich durch die Verschiebbarkeit der Papierführungen auf den Stangen leicht bewerkstelligen lässt. Ausserdem sind, um alle Unfälle auszuschliessen, Schutzvorrichtungen zwischen je zwei zusammenlaufenden Walzen, aus einem Winkeleisen *D*, Fig. 879, oder feststehendem Gasrohr bestehend, angebracht. Diese Schutzvorrichtungen sind hier nur angedeutet, weil jede Einrichtung genügt, die derart angeordnet ist, dass die Finger zwischen ihr und den Walzen keinen genügenden Raum zum Einstecken finden. Aus Fig. 872 ist ersichtlich, dass behufs bequemer Einstellung alle Träger der Stangen *s*, Figg. 879 und 880, auf welchen die Bogenführungen sitzen, sowie die zwischen je zwei Walzen angebrachten Schutzwinkel *u* auf vier senkrechten Rundstangen *V* befestigt sind.

In Figg. 881 und 882 ist dargestellt, wie eine Papierwalze aus dem Kalander genommen wird. Man bedient sich dazu des in Fig. 876, Tafel VIII, dargestellten, aus Oesen *O* bestehenden Walzengehänges. Die kurzen Verbindungsschrauben dienen gleichzeitig zum Verstellen und Ablösen der die äusseren Zapfenenden umfassenden Oesen *O*. Die Lager der oberen Walze sind zum Anhängen der Oesen *O* eingerichtet und tragen dieselben. Zunächst nimmt man die unteren Oesen des Gehänges bis zu der herauszunehmenden Walze ab und hebt letztere mit allen darüberliegenden. Dann werden auf die Zapfen der obersten nicht gehobenen Walze Sattelstücke *n* gesetzt, welche dem zu benützenden Walzenwagen als Träger dienen. Da die Zapfen der Papierwalzen, der kleinen Hartwalzen und der untersten festliegenden Walze verschieden sind, aber in manchen Fällen zum Auflegen von Sattelstücken dienen, so muss man drei verschiedene auf diese Zapfen passende Sattelstücke *n* vorräthig halten. Zwischen die Stellschrauben *s* dieser Sattelstücke *n* und die Innenseiten der Kalanderständer werden dann lange Flacheisenschienen *f* geschoben und mit den Stellschrauben *s* festgeklemmt. Der Walzenwagen *W*, welchem die Flacheisen *f* als Laufschienen dienen, wird auf die vorstehenden Theile dieser Schienen und soweit als nöthig unter die herauszunehmende Walze geschoben. Er besteht aus einer durch Beschläge verstärkten Blechmulde mit angenieteten Zapfenstücken *z* zur Aufnahme der Laufrollen *r* und angenieteten Hakentheilen *h* zum Aufhängen an den Laufkrahn. Sämmtliche vorher gehobenen oberen Walzen werden jetzt wieder herabgelassen, bis die unterste in dem Wagen *W* liegt. Die Papierwalze ruht jedoch

Fig. 881.



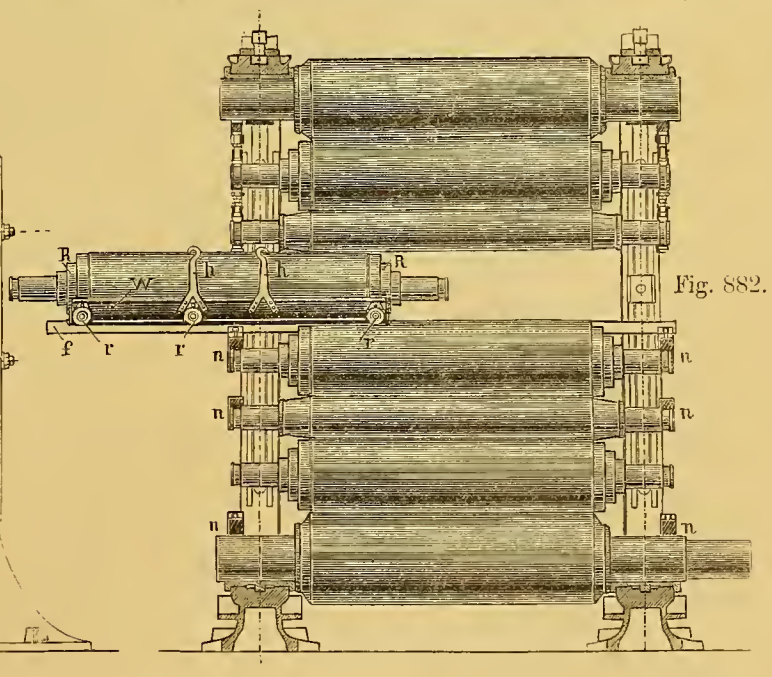




Fig. 882.

nicht mit ihrer ganzen Länge, sondern nur mit ihren Schlussringen *R* im Wagen *W*. Nach Entfernung der beiden Gehängeösen von den Zapfen der Papierwalze werden die darüberliegenden Walzen wieder so angehoben, dass die Papierwalze frei im Wagen ruht und mit diesem herausgeschoben werden kann. Der herausgeschobene

Wagen wird entweder, wie in Figg. 881 u. 882 dargestellt, mit seinen Haken $h$ an eine herbeigezogene Laufkatze gehängt, oder von den Schienen ab auf einen Handwagen gestellt. Mit diesem Verfahren, welches beim Einlegen der Walze in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt wird, kann man einzelne Walzen gefahrlos auswechseln.

Der zum Glätten nöthige Druck auf die Walzen wird durch auf die unteren Hebel $H^1$, Fig. 871 und 874, Tafel VIII, gelegte Gewichte $G$ hervorgebracht. Mit Doppelmuttern $d$ versehene Stangen $e$ verbinden die unteren Hebel $H^1$ mit den oberen $H^2$; die durch innere bewegliche Muttern auf die mit den oberen Walzenlagern verbundenen Spindeln $D$ drücken. Der durch die Gewichte $G$ ausgeübte Druck wird durch bedeutende Uebersetzung der Hebel $H^1$ und $H^2$ vielfach vermehrt.

Auf den Spindeln $D$ sitzen oben Schneckenräder $H^3$, in welche auf gemeinschaftlicher Welle sitzende Schnecken $H^4$, Figg. 873 und 875, greifen, die mit Kette und Kettenrad $H^5$ von Hand in Bewegung gesetzt werden können, wenn man eine oder mehrere Glättwalzen hochheben will. Um das Heben der Walzen 2 bis 9 zu erleichtern, nimmt man vorher die Gewichte $G$ von den Hebeln $H^1$ und hebt die oberen Hebel $H^2$ mit den Schrauben $i$ und Handrädchen $k$.

Die Walzen 2 bis 9 werden stets so weit gehoben, dass keine Hartwalze auf einer Papierwalze liegt und Eindrücke darin bewirken kann, wenn der Kalander längere Zeit stille liegen soll. Solche Hebung muss auch ausgeführt werden, wenn man, wie in Figg. 881 und 882 dargestellt, eine Papierwalze zum Abdrehen herausnehmen will.

Das in Fig. 883 perspektivisch dargestellte Vorgelege ist so eingerichtet, dass dem Kalander während des Einführens der Papierbahn langsame Bewegung ertheilt werden kann, die man, sobald das Papier fehlerlos durchgeht, durch rasche Bewegung ersetzt, ohne dass die Aenderung einen Stoss und dadurch mögliches Reissen des Papiers bewirkt. Auf der mit einem Zapfen der unteren Walze *1* verkuppelten, in festen Lagern $l^2$, Fig. 873, liegenden Welle $W^1$ sitzt die Antriebs-Riemscheibe $R$ für den raschen Gang, dreht sich aber lose darauf, so lange ihre Reibungskupplung $K$ nicht eingerückt ist und die Welle $W^1$ mitnimmt. Der langsame Gang wird von einer unmittelbar angetriebenen Riemscheibe $R^1$ durch den auf gleicher Welle $W^2$ sitzenden Keilradkolben $K^2$ auf ein Keilrad $K^1$ übertragen, welches fest mit Welle $W^1$ verbunden ist. Während der Kalander stillsteht, ist $W^2$ mit ihren Lagern $l^3$ so hoch gehoben, dass der Keilradkolben $K^2$ ausser Eingriff mit dem Keilrad $K^1$ steht, und die Reibungskupplung $K$ ausgerückt bleibt. Soll Papier eingeführt werden, so muss zunächst Welle $W^2$ gesenkt werden. Dies geschieht durch Drehen eines der beiden Handhebel $h^1$, Fig. 871, die zu bequemer Bedienung auf beiden Seiten des Vorgeleges angebracht sind und beide die Welle $W^3$ derart drehen, dass die auf ihr sitzenden kurzen Hebel $h^3$ die Kniehebel $h^2$ im Gestell $B$ mittels der Stangen $o$ in die gestreckte Stellung der Zeichnung rücken. Dadurch werden die mit den Lagern $l^3$ durch Stangen $o^1$ fest aber einstellbar verbundenen Querstücke $q$ so weit herabgezogen, dass die Keilräder $K^1$ $K^2$ in festen Eingriff kommen, wie in Fig. 873 gezeichnet. Will man vom langsamen zum raschen Gang übergehen, so dreht man einen der Handhebel $h^1$ in entgegengesetzter Richtung. Da die kurzen auf Welle $W^3$ sitzenden Hebel $h^3$ auf den Stangen $o$ einen durch Stellmuttern $g$ beliebig begrenzten Spielraum haben, und Stangen $o$ infolgedessen erst bewegt werden, nachdem die Hebel $h^3$ über das Ende

dieses Spielraums hinausgerückt sind, so bleibt auch das Keilradgetriebe $K^1 K^2$ während des ersten Theils der rückwärtigen Bewegung des Hebels $h^1$ in Eingriff und der langsame Gang unverändert. Während dieser Drehung wurde auch der auf derselben Welle $W^3$ sitzende Schraubenflächenhebel $fh$ so weit gedreht, dass die mit demselben durch zwei Greifrollen, Fig. 883, und dem Ausrückhebel $h^4$,

Fig. 883.

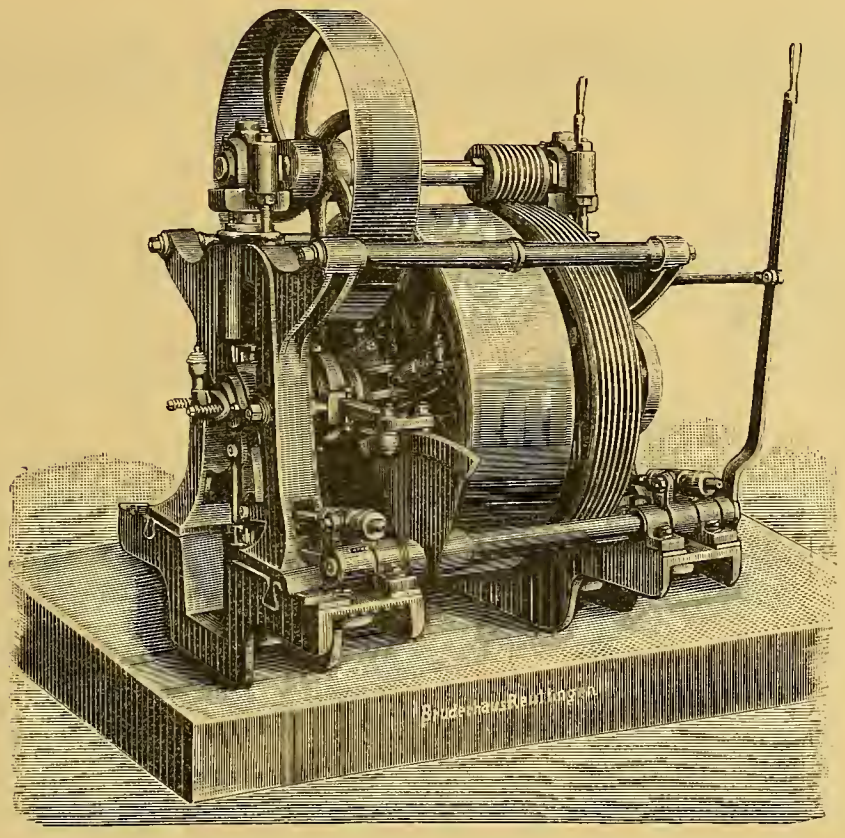
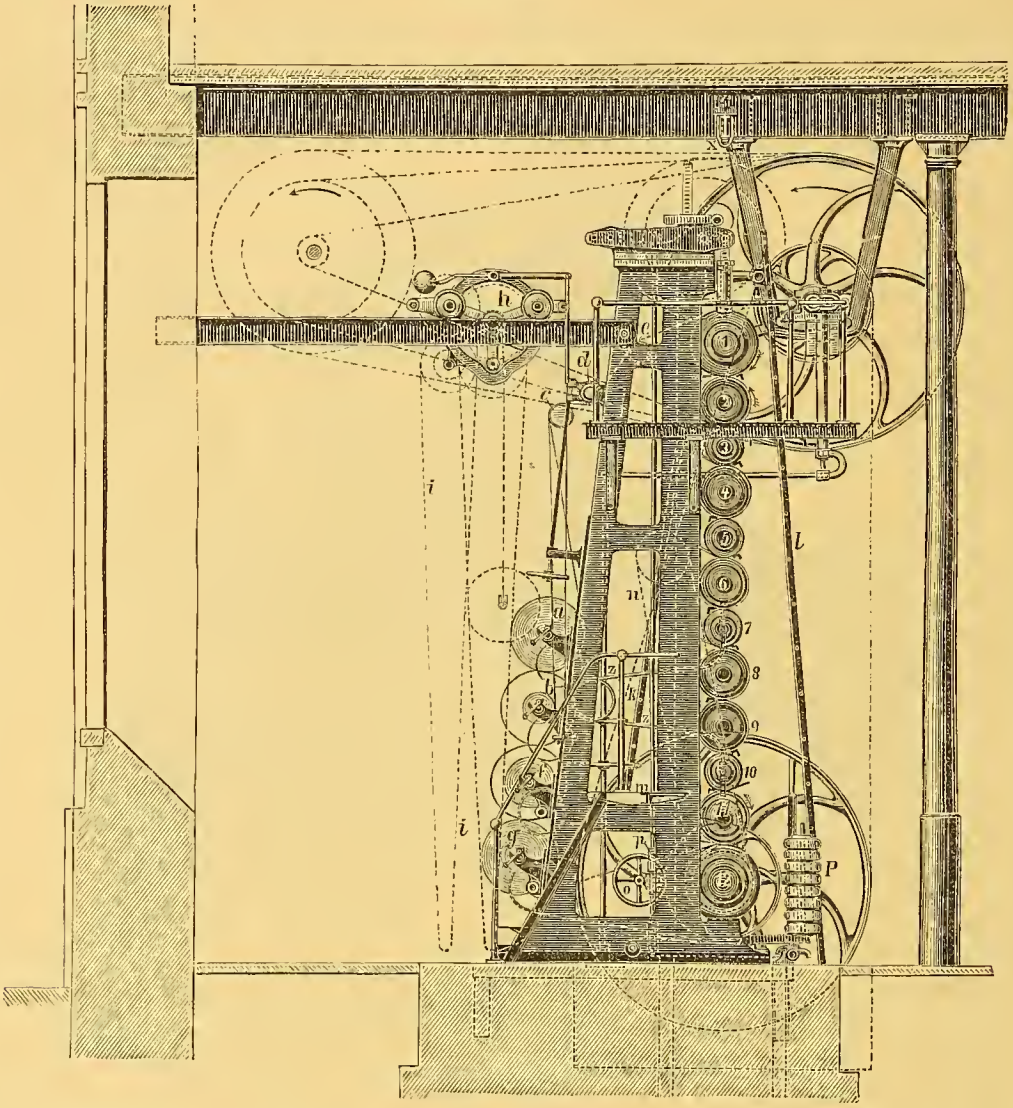


Fig. 875, verbundene Kuppelung $K$ bis zur Berührung der Reibungsflächen, aber ohne mitzunehmen, einrückte. Giebt man nach dieser vorbereitenden Bewegung dem Hebel $h^1$ noch einen raschen Ruck in gleicher Richtung, so wird nahezu gleichzeitig der Keilradkolben $K^2$ aus- und die Reibungskuppelung $K$ eingerückt, also der schnelle Gang anstelle des langsamen gesetzt. Durch Stellung der Muttern $g$, Figg. 871 u. 875, auf den Stangen $o$ hat man es in der Hand, diesen Uebergang mehr oder weniger plötzlich eintreten zu lassen und denselben überhaupt zu regeln. Das plötzliche Ausrücken oder Hochheben des Keilradkolbens $K^2$ im rechten Augenblick wird auch durch Gummipuffer $b^1$ gefördert, welche in den Lagerhalsführungen der oberen Lager $l^3$, Fig. 873, sitzen, bei gestrecktem Kniehebel $h^2$ und langsamem Gang zusammengepresst sind und bei geknicktem Kniehebel $h^2$ aufschnellen. Der letzte rasche Ruck am Hebel $h^1$ bewirkt, dass die zwischen dem Hochheben der Welle $W^2$ und dem folgenden Mitnehmen der Riemscheibe $R$ verfliessende Zeit möglichst gleich Null wird.

Will man den Kalander bei langsamem Gang stillstellen, also die Welle $W^2$ heben, ohne die Riemscheibe $R$ in Thätigkeit zu setzen, so muss man den Hebel $h^1$ zuletzt so langsam bewegen, dass der Keilradkolben $K^2$ ausgerückt ist, ehe die Kupplung $K$ völlig angreift. In dem Augenblick, wo sich Welle $W^2$ hebt,

Fig. 884.



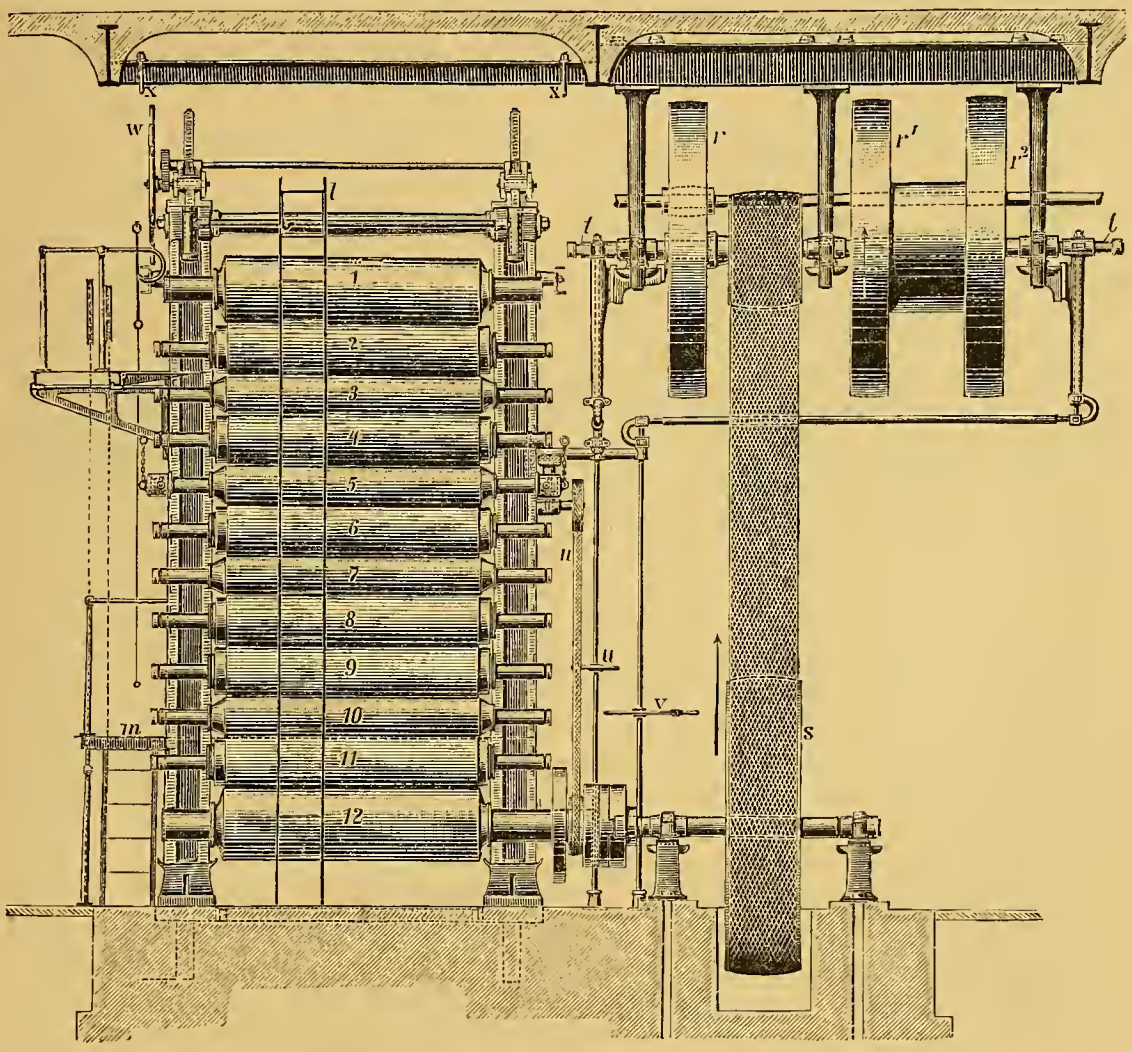

wird Hebel $h^1$ zurückgeführt, damit die Riemscheibe $R$ keine Zeit findet, die Reibungsflächen mitzunehmen. Da der Hebel $h^1$ nur so weit zurückgeführt wird, als es der Raum zwischen den Stellmuttern $g$ gestattet, so bleibt $W^2$ gehoben.

Um den Kalander bei schnellem Gang stillzustellen, dreht man den Hebel $h^1$ eben genug zurück, um die Reibungsflächen der Kuppelung $K$ weit genug von den Reibungsflächen der Riemscheibe $R$ abzuziehen, aber nicht so weit, dass die Welle $W^2$ gesenkt wird. Die Gelenke $g^1$ der Kuppelung $K$ sind in eingerücktem Zustand etwas über die normale Stellung, den todten Punkt, hinausgeführt, damit

eine zufällige kleine Bewegung der Hebel weder Ausrücken noch Stillstand verursachen kann.

Plattform $T$ mit Geländer und Treppe dienen zu bequemer Bedienung des Kalanders, vier hohle Querstangen $Z$ zur Verbindung und Versteifung des Gestelles.

Fig. 885.




J. M. Voith in Heidenheim a. B., Württemberg, hat das deutsche Patent Nr. 289 für ein Walzengestell erhalten, welches von ihm und Anderen vielfach ausgeführt wurde. Die Bauart zweier im Jahre 1890 gelieferter gleicher Rollkalander dieser Art ist aus den in Figg. 884 und 885 in 1 : 50 der wahren Grösse dargestellten Aufrissen ersichtlich.

Die Ab- und Aufrollstangen, welche auf der Rückseite des Gestells übereinander liegen, sind mit je einem Zahnradantrieb versehen und ganz gleich, so dass sie in jedes der vier Lagerpaare passen. Bei den Abrollstangen $a$ $b$ greifen

die Triebe in Bremseinrichtungen, bei den Aufrollstangen *f g* in den Reibungsantrieb. Die Papierbahn wird von der Stange *a* oder *b* über Spannrohre *c d c* auf die oberste Walze *1* geführt und geht in der Richtung der Pfeile durch den ganzen Walzensatz, bis sie zwischen Walzen *11* und *12* austritt und auf Stange *f* oder *g* gerollt wird. Um die Spannung der Papierbahn noch mehr zu regeln, als es schon durch Bremsen der Stange *a* oder *b* geschieht, kann man das Spannrohr *c* mittels Schneckengetriebs um das festliegende Spannrohr *d* im Kreise drehen, oder so weit seitwärts bringen, dass die Papierbahn weder *c* noch *d* berührt. Die Hartwalzen *1, 3, 5, 7, 10, 12* sind mit hin- und hergehenden Schabern versehen, welche vom Riemen *n* aus gemeinsam bewegt werden. Zwischen je 2 Hartwalzen liegt eine Papierwalze, nur zwischen *7* und *10* liegen deren zwei, damit beide Papierseiten bei einem Durchgang möglichst gleich glatt werden. Die beiden Hartwalzen *7* und *10* können in der Weise mit Dampf geheizt werden, dass derselbe zuerst durch 7 strömt und nach Walze $\overline{10}$ durch ein Verbindungsrohr *z* gelangt, welches (s. Fig. 884) soweit im Bogen geführt ist, dass es beim Heben und Senken der Walzen nachgeben kann. Zwischen je zwei Walzen ist an der Stelle, wo das Papier eintritt, ein aus Fig. 884 erkennbares Winkeleisen angebracht, welches das Eintreten der Finger des Arbeiters verhindert. Die Hebelstangen, welche den Druck der Gewichte *P* auf die Lager der oberen Walze übertragen, sind so angebracht, dass sie innerhalb des Gestells liegen, also nicht im Wege sind. Die manchmal nöthige Verlängerung oder Verkürzung beider Zugstangen wird vom Handrad *o* aus mittels gemeinschaftlicher Welle bewirkt, welche gleichzeitig die mit rechtem und linkem Gewinde versehenen Muttern *p* dreht. Die Druckspindeln, welche auf die obersten Walzenlager drücken, lassen sich dadurch verlängern und verkürzen, dass sie in langen gegossenen Muttern sitzen, die unmittelbar auf den Lagern ruhen.

Der Kalander erhält wie gewöhnlich seine Bewegung von der untersten Walze *12*, welche mit der in zwei besonderen Lagern ruhenden Triebwelle gekuppelt ist, Fig. 885. Durch Anwendung der zwei Lagerböcke wird jeder etwaige durch den Zug des Riemens auf die Antriebscheibe *s*, sowie durch Auslaufen der Lager entstehende schädliche Einfluss vermieden. Das Aus- und Einrücken erfolgt von den an der Decke angebrachten Riemscheiben $r$ $r^1$ $r^2$ aus, damit das Glättwerk beim Stillstand von leerlaufenden Scheiben, Riemen u. s. w. frei bleibt, und alle Lager gefahrlos nachgesehen werden können.

Das Deckenvorgelege ist für drei Geschwindigkeiten eingerichtet. Riemscheibe $r$, welche die Welle mittels Klauenkupplung erfasst, dient dem zum Einführen des Papiers erforderlichen langsamen Gang von 6 bis 8 m, die eigentlichen Arbeitsscheiben $r^1$ $r^2$ führen das Papier meist mit 30 und 60 m in der Minute durch die Walzen. Es bedarf jedoch nur der Auswechselung einer oder mehrerer Riemscheiben, um jede andere gewünschte Geschwindigkeit herbeizuführen. Die Riemscheiben $r^1$ $r^2$ sind mit ihrer Welle durch nachstellbare Reibungskupplungen verbunden, die so miteinander zusammenhängen, dass stets nur eine derselben eingerückt sein kann. Ist z. B. $r^1$ in Thätigkeit, und der Arbeiter giebt durch Einrücken von $r^2$ eine andere Geschwindigkeit, so löst sich $r^1$ durch Verschieben der gemeinsamen Kupplungsmuffe von selbst aus. Wenn das Glättwerk stillstehen soll, wird $r$ ausgerückt und die Kupplungsmuffe der Riemscheiben $r^1$ $r^2$ in die mittlere Stellung gebracht, bei welcher weder $r^1$ noch $r^2$ eingerückt ist. Wenn die

langsame Riemscheibe $r$ in Thätigkeit ist und zu rascherem Gang übergegangen werden soll, so hat der Arbeiter nur $r^1$ oder $r^2$ einzurücken, ohne vorher $r$ stillzustellen. Durch den eintretenden rascheren Gang wird nämlich die schräge Klaue des losen Kupplungstheils von $r$ selbstthätig verschoben, und damit $r$ ausgerückt.

Die Klauenkupplung von $r$, sowie die Muffe der Reibungskupplungen von $r^1$ $r^2$ werden von gedrehten Stangen verschoben, die in der centrisch ausgebohrten Vorgelegewelle liegen und mittels Zahnstangen $t$ von den Handrädchen $u$ $v$ aus durch Vermittlung von Gestänge und Kegelrädchen bewegt werden. Die zum Verschieben der Klauenkupplung dienende gedrehte Stange mit ihrem Zahnrad-Antrieb ist in dem Längsschnitt Fig. 886 in 1 : 10 der wahren Grösse gezeigt.

Fig. 887. Fig. 886.

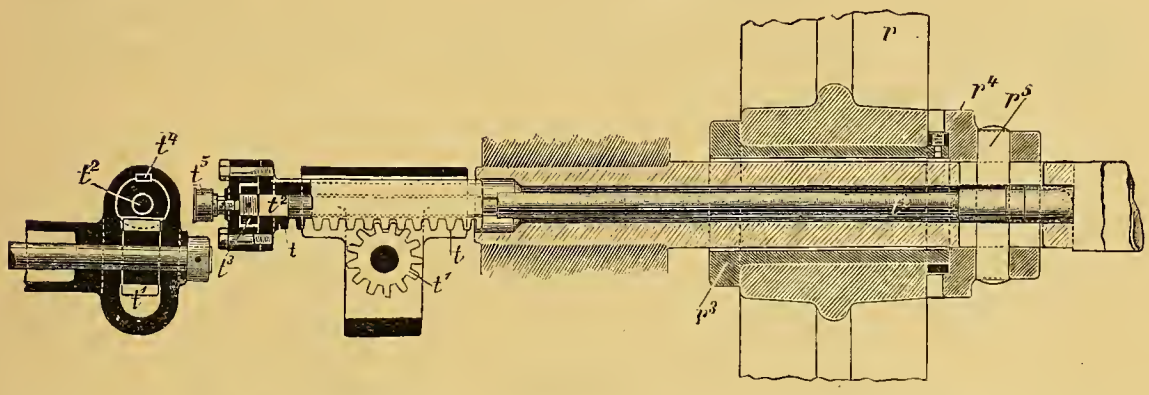


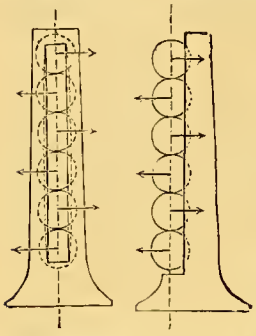

Fig. 887 giebt einen Längsschnitt durch Trieb $t^1$. Die lose Riemscheibe $r$ sitzt auf einer am Lagerbock befestigten Büchse $r^3$, steht aber durch die von ihrer Nabe ausgehenden Klauen mit der Kupplungshälfte $r^4$ in Verbindung. Die Kupplungshälfte $r^4$ ist durch Keil $r^5$ mit der Welle und der innern Stange $t^2$ so fest verbunden, dass alle drei die Drehbewegung der Welle mitmachen. Letztere ist mit Schlitzen versehen, in denen der Keil $r^5$ sich verschieben kann, wenn Trieb $t^1$ und Zahnstange $t$ in Thätigkeit sind. Zahnstange $t$ ist durch den aufgeschraubten Ring $t^3$ mit Stange $t^2$ verbunden, und Feder $t^4$ verhindert Drehung der hohlen Zahnstange. Aus Büchse $t^5$ wird Fett in den geschlossenen Zahnstangenkopf gepresst. Die Kupplungshälfte $r^4$ gleitet, wie oben beschrieben, von der andern Hälfte ab, wenn die Welle von den Riemscheiben $r^1$ $r^2$, Fig. 885, in rasche Bewegung versetzt wird, bleibt aber dicht neben derselben. Wenn der Kalander längere Zeit stillstehen soll, kann man die Klauenhälfte $r^4$ mittels Zahngetriebes $t$ $t^1$ noch 10 mm weiter abrücken, damit jede Gefahr eines Eingriffs vermieden wird. Durch diese Einrichtung lassen sich die Riemscheiben $r$ $r^1$ $r^2$ von den Handrädchen $u$ $v$ aus ein- und ausrücken.

Da der Antrieb ohne Räder erfolgt, so ist er geräuschlos, und dadurch, dass keine Riemengabeln in Anwendung sind, werden die Riemen geschont.

Die durch Patent Nr. 289 geschützte Erfindung besteht in der Lagerung der Walzen in einseitigem Gestell. Deren Hauptvorzug besteht nach der Patentschrift darin, dass die Seitendrücke, wie aus Fig. 888 ersichtlich, bei Gestellen

gewöhnlicher Art nach beiden Seiten wirken und Ausbiegung oder doch stärkere Abnützung der mittleren Lager und damit ungleiche Führung der Walzen verursachen.

Fig. 888. Fig. 889.



Da die Seitendrücke bei einseitiger Lagerung den ganzen Ständer, Fig. 889, abwechselnd in entgegengesetzten Richtungen zu verbiegen suchen, so heben sie sich fast ganz auf. Ausserdem wird das Einlegen und Herausnehmen von Walzen durch diese Bauart sehr erleichtert.

In Figg. 890, 891, 892 ist die Anordnung der Zapfenlager einer mittleren Walze gezeigt. In der cylindrischen Ausbohrung des Ständers *A* sitzt für jedes Lager ein Gleitstück *B*, worin ein cylindrisch gedrehter Zapfen *C* des Lagers so ruht, dass es sich um seine waagerechte Achse drehen und der Lage des Walzenzapfens anpassen kann. Die Schrauben *I*, welche *B* mit dem Lager vereinen, haben flache Köpfe, welche von vorn durch waagerechte Schlitze des Gleitstücks *B* eingeführt

Fig. 890. Fig. 891.

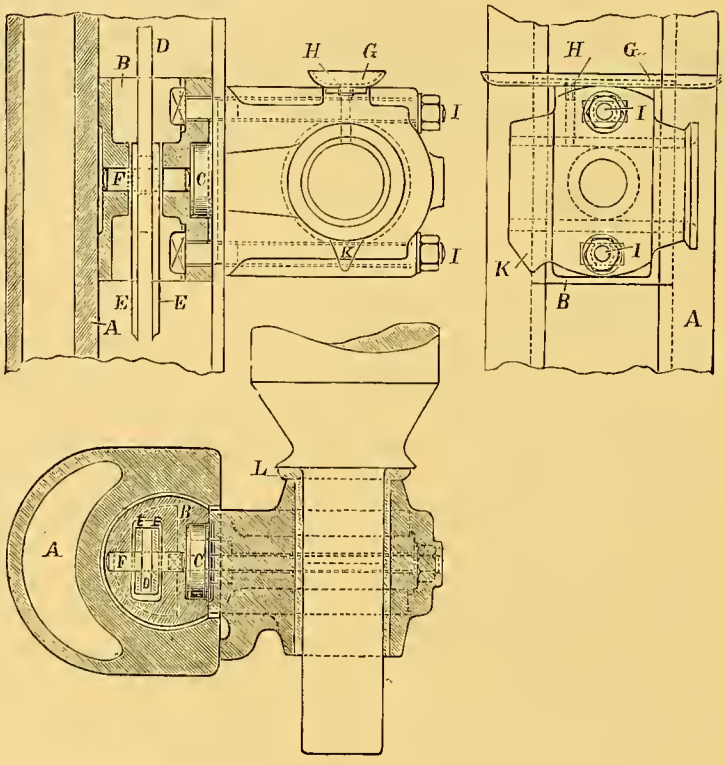



Fig. 892.

und dann in senkrechte Lage gedreht werden, wo sie in einer 5 mm tiefen, senkrechten Nuth Halt gegen die Verdrehung finden, welche sonst beim Anziehen der Mutter erfolgen könnte. Um das Lager herauszunehmen, löst man die Muttern um zwei Umgänge, schiebt die Schraube nach innen und dreht sie um 90°. Da die flachen Köpfe dann vor den waagerechten Schlitzen liegen, so lassen sich die Lager mit ihren beiden Schrauben herausnehmen. Zum Ausheben der Walzen

werden auf die Zapfen-Enden Hülsen — wie in Fig. 885 an Walze 5 — geschoben, in deren Ketten Flaschenzüge fassen, welche an Oesen X über dem Kalander angehängt werden. Die Gleitstücke B sind durch Hängeglieder D und E E verbunden, welche die Glieder zweier Ketten bilden, die man durch Drehen des Handrads W (Fig. 885) mittels auf den Ständern liegender Schneckentriebe und Schrauben gleichzeitig heben kann. Das obere Ende jedes Kettengliedes D und E E, Fig. 890, ist zur Aufnahme des Bolzens F rund ausgebohrt, während das untere zur Aufnahme des nächsten Bolzens F mit Schlitz versehen ist. Dreht man am Handrad W, Fig. 885, so wird zuerst das obere Gleitstück mit Walze 1 gefasst und gehoben, dann fasst dessen Hängeschiene den Bolzen des zweiten Gleitstücks, hebt diesen usw., bis alle Walzen mit einem Abstand von etwa 2 mm abgehoben sind und frei hängen. Dieses Anheben ist bei längerem Stillstand des Glättwerks zweckmässig, zum Aus- und Einlegen von Walzen nothwendig.

Die stark belasteten Lager der obersten Walze erhalten unmittelbare zuverlässige Oelschmierung, die durchgeht, von den wegnehmbaren Schaalen G aufgefangen wird und durch Röhrchen H, Figg. 890 u. 891, in die nächsten Lager gelangt. Nach Verlassen dieser Lager tropft das Oel theils am Rand der Walze, theils an Nase K, Fig. 891, vom Lager in die nächste Oelschaale, geht in das zugehörige Lager usw., bis es schliesslich über dem untersten Lager in einer Schaale ohne Ablauf gefangen wird. Die Lager der untersten Walze haben wieder eigene Schmierung. Durch diese Art der Oelung in Verbindung mit grossen Lagerflächen sollen die Zapfen reinlich und gut geschmiert bleiben. Wie Fig. 892 zeigt, ist für den Seitenschub der Walzen durch grosse Anlaufflächen L der Lager Fürsorge getroffen.

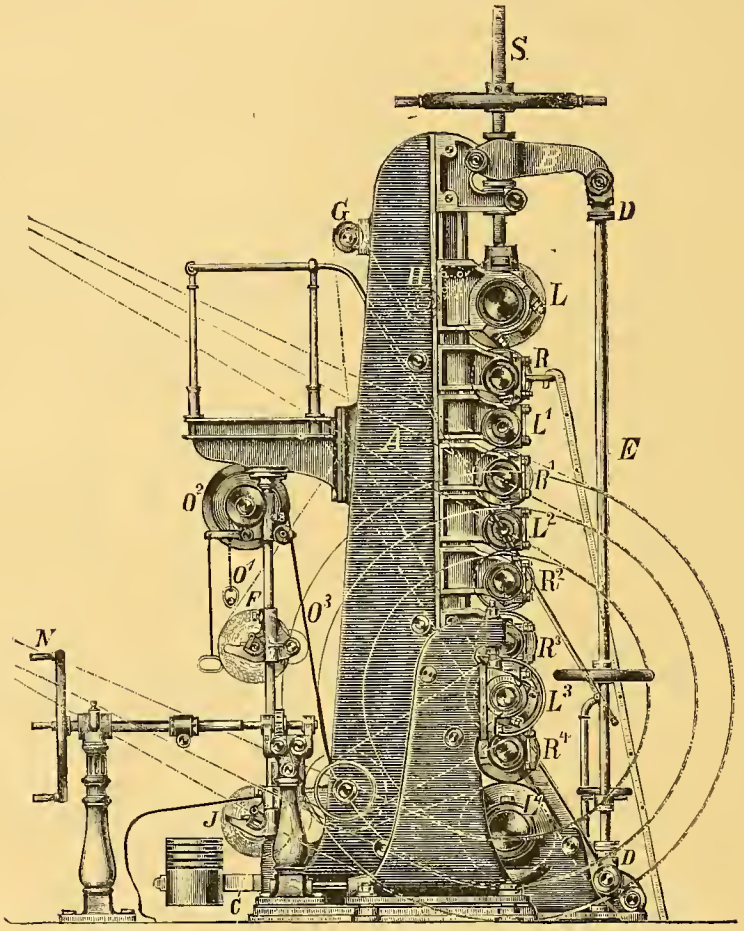
Zum Aus- und Einheben der Papierrollen dient der Laufkrahn h, Fig. 884, der von der zweiten endlosen Handkette i aus vor- und zurückgefahren werden kann. Beim Einführen des Papiers muss sich der Arbeiter der Leitern k und l bedienen, die mit dem Kalander fest, aber seitlich verschiebbar verbunden sind, also sichern Stand gewähren. Leiter k ruht auf der erhöhten Platte m, also über der ablaufenden Papierbahn und unter der nach oben einlaufenden, und macht es dem Arbeiter möglich, auch während des Glättens überall beizukommen.

Neuerdings (1891) bauen Jos. Eck & Söhne in Düsseldorf den in Figg. 893 und 894 in 1 : 40 der wahren Grösse dargestellten Hochglanz-Roll-Kalander. Derselbe besteht aus 5 Hartwalzen $L\ L^1\ L^2\ L^3\ L^4$ und 5 Papier- und Baumwollwalzen $R\ R^1\ R^2\ R^3\ R^4$. Das Papier wird von der mit nachgiebiger Bremse versehenen Rollstange F abgerollt, geht zunächst über die beiden mit Rechts- und Linksgewinde versehenen Breithalter-Walzen oder Faltenstreicher G und H, um sich nach Durchlaufen aller Walzen auf die untere Wickelstange J selbstthätig aufzurollen.

Die Erbauer treiben den Kalander nicht wie gewöhnlich von der untersten, sondern von Walze $L^3$ aus, weil diese erheblich dünner ist und ohne Zapfendruck arbeitet. Infolge des kleinen Durchmessers dieser Antriebwalze können die treibenden Riemen viel grössere Geschwindigkeit erhalten, laufen sicherer, und man vermeidet die Zwischenschaltung von Zahnrädern, die nie ohne Geräusch laufen. Die Erbauer wollen auch die Erfahrung gemacht haben, dass das Papier häufig nicht elastisch genug ist, um sich durch mehr als 8 Walzen ziehen zu lassen.

Bis es von der obersten, am langsamsten laufenden an die getriebene schnellste Walze gelangt, ist es häufig schon so weit gestreckt als es ertragen kann. Da die Umfangsgeschwindigkeit der unter $L^3$ liegenden Walzen $R^4$ und $L^4$ gegen $L^3$ etwas zurückbleibt, so muss das von $L^3$ kommende Papier durch $R^4$ und $L^4$ geschoben werden. Dies hat nach der Erfahrung der Herren Eck & Söhne keine Schwierigkeit, da das Papier noch elastisch genug ist, um ohne Falten durch die untersten Walzen zu laufen und sich so viel zusammenzuziehen, als zum Ausgleich der geringeren Umfangsgeschwindigkeit von $R^4$ $L^4$, d. h. zur Aufnahme der nachgeschobenen Papierlänge, erforderlich ist.

Fig. 893.

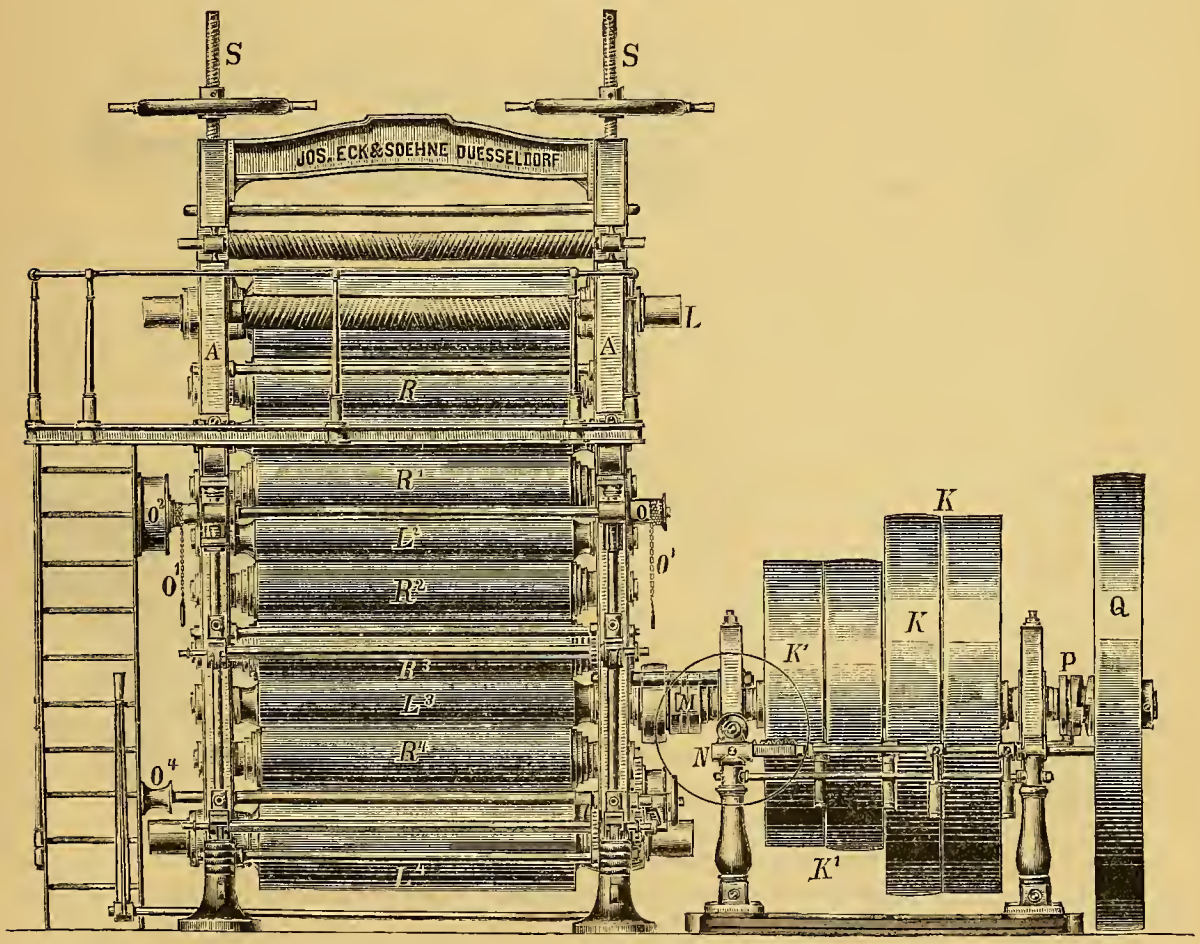



Sobald das Papier durch die beiden aufeinanderliegenden weichen Walzen $R^2$ $R^3$ gegangen ist, gelangt diejenige Seite mit den Hartwalzen $L^3$ $L^4$ in Berührung, welche bisher keine Glättung erfahren hat. Dadurch kommen abwechselnd beide Seiten des Papiers auf Hartwalzen und werden geglättet. Will man aber, wie es für manche Briefumschlag- und andere Sorten verlangt wird, das Papier nur einseitig glätten, so nimmt man die Papierwalze $R^3$ mit ihren Lagern aus dem Gestell und lässt die darüber liegenden Walzen soweit herab, dass die bleibenden 9 Walzen dicht auf einander liegen. Das dann durchgehende

Papier berührt die Hartwalzen nur mit einer Seite, wird daher auch nur auf dieser glatt.

Um bei der Geschwindigkeit von 360′ in der Minute das störende Geräusch von Zahnrädern ganz auszuschliessen, sind solche weggelassen, und der Antrieb erfolgt von der Welle der Hartwalze $L^3$ aus durch Riemen. Die grosse beständig umlaufende Riemscheibe $Q$ giebt dem Kalander den zum Einführen des Papiers nöthigen langsamen Gang. Rückt man nach erfolgter Durchführung des Papieres den Riemen des Scheibenpaares $K$ oder $K^1$ durch Drehen des Handrads $N$ von der Los- auf die Festscheibe, so nimmt die Welle viel

Fig. 894.

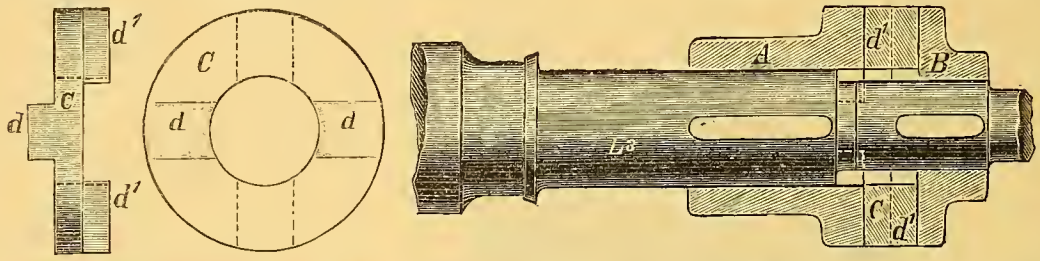



grössere Geschwindigkeit an und bewirkt, dass sich die schiefen Zähne der Kupplung $P$ von der an die Riemscheibe $Q$ gegossenen Hälfte selbstthätig auslösen, wodurch der Zusammenhang der Welle mit der Riemscheibe $Q$ unterbrochen wird. Je nachdem man den Riemen von $K$ oder $K^1$ einrückt, erhält man mittlere oder grosse Geschwindigkeit.

Die Verbindung der Antriebwelle mit der Walze $L^3$ wird durch eine Oldham'sche Kreuzscheiben-Kuppelung $M$ bewirkt, die in Figg. 895, 896, 897 besonders dargestellt ist. Die Kupplungshälften $A$ und $B$ aus geschmiedetem Stahl

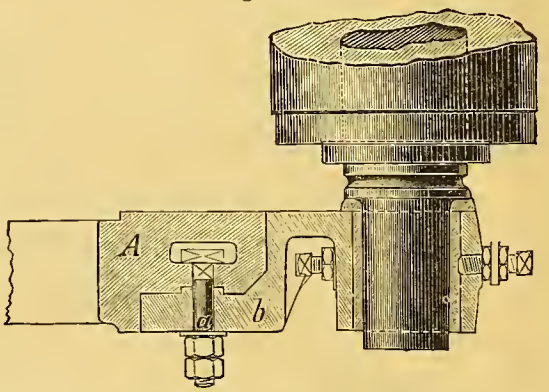
sind auf die Walze $L^3$ und die Triebwelle gekeilt. Der zwischen $A$ und $B$ bleibende Raum ist von einer Scheibe $C$ aus Delta-Metall ausgefüllt, deren um $90^0$ gegen einander versetzte Vorsprünge $d$ $d^1$ in gleiche Nuthen der Kupplungshälften $A$ $B$ passen. Der Verbindungstheil $C$ lässt nach zwei Richtungen eine Verschiebung der Antriebwelle und der Walze $L^3$ gegeneinander zu, ohne dass durch solche Veränderung der Achsenlage die Uebertragung der Drehkraft beeinträchtigt wird. Wenn sich z. B. infolge Verminderung der Walzendurchmesser durch Abnutzung Walze $L^3$ senkt, während die Antriebwelle in bisheriger Lage verbleibt, so wird dadurch der Antrieb des Kalanders nicht gestört. Falls eine solche Senkung der

Fig. 895. Fig. 896. Fig. 897.




Walzen stattgefunden hat, kann man jedoch die Antriebwelle mit ihren Riemscheiben in prismatisch gehobelten Lagerführungen so verstellen, dass die Achsen wieder auf gleicher Höhe liegen. Der Zug der Treibriemen kann nur auf die Antriebwelle und die Kupplung $M$ seinen Einfluss üben, die getriebene Walze $L^3$ bleibt davon unberührt.

Fig. 898.




Die Ansätze $b$ der Walzen-Zapfen-Lager sind, wie in dem Eck'schen Patent Nr. 13436 beschrieben, und durch Querschnitt Fig. 898 dargestellt, mit Bolzen $a$ am Gestell $A$ befestigt und lassen sich leicht daran verschieben. Hat man die Walze $R^3$ herausgenommen und die Bolzen $a$ gelöst, so schraubt man nur mit den Handrädern die beiden Druckspindeln $S$ (Figg. 893 und 894) nieder, welche auf die untereinander mit Hängeschrauben gekuppelten Zapfenlager drücken. Die oberen und unteren Hebel $B$ und $C$ sowie die Zugstangen $E$ und die Zugscharniere $D$ sind aus geschmiedetem Stahl angefertigt, damit sie den Druck auf die Walzen bis zu 100 tons = 100000 kg aushalten, welcher zur Erzeugung von Hochglanz erforderlich ist.

Die beiden oberen Papier-Walzen $R$ $R^1$ bestehen aus zwei Drittel Wolle und ein Drittel Baumwolle und sind nur mittelhart gepresst, weil sie die Eindrücke der im Papier befindlichen Knötchen zuerst empfangen und elastisch genug sein sollen, um rasch wieder glatt zu werden. Nach unten hin werden die elastischen Walzen immer härter, und $R^2$ $R^3$ $R^4$ sind aus Baumwollfäden gepresst. Das Papier erhält somit beim Durchlaufen von oben nach unten immer härtere Unterlage und nach und nach Hochglätte. Etwaige Eindrücke der Papier- und Baum-

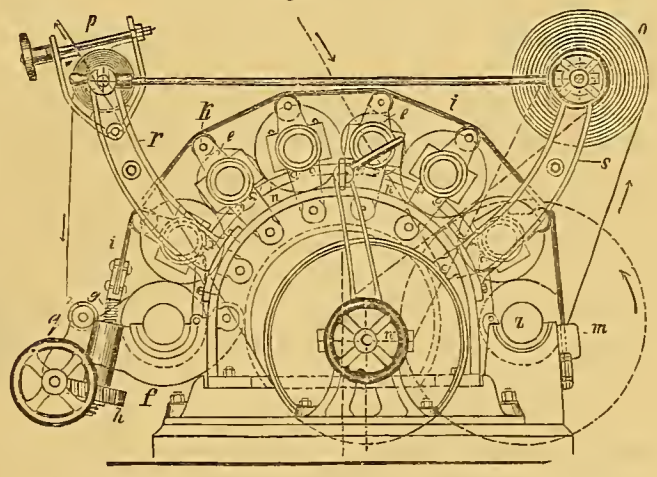
wollwalzen sollen sich durch Waschen mit in Sprit getauchtem Schwamm oder Bürste und nachherigem Leerlauf und Wiederholung dieses Verfahrens leicht beseitigen lassen. Durch Anwendung der früher zum Waschen beliebten Soda, Alaun oder Potasche würde die äussere Papierschicht angegriffen und nach und nach zerstört. Sämmtliche 5 Hartwalzen sind hohl und werden stark geheizt.

Das durch den Kalander gegangene, auf $J$ gewickelte Papier muss in die Lage der Abrollwelle $F$ gebracht werden, wenn es nochmals durchgeführt werden soll. Hierzu dient eine Welle mit Kettenrollen $O$. Die um die Rollen $O$ gewundenen Ketten sind an ihren freien Enden mit Haken versehen, welche die Welle der Papierrolle $J$ erfassen und hochheben, sobald die Ketten $O^1$ auf ihre Rollen gewickelt werden. Dieses Aufwickeln erfolgt von der auf der Kettenwelle sitzenden Scheibe $O^2$ aus mit dem darauf gewickelten Seil $O^3$, welches, wie die Schnur eines Rollvorhangs, mit einigen Windungen um die hohle Seilscheibe $O^4$ geschlungen wird. Die in Drehung befindliche untere Scheibe $O^4$ nimmt dann das Seil durch Reibung mit und dreht damit auch die Kettenscheiben $O$, bis das Seil $O^3$ losgelassen wird, und damit die Reibung auf $O^4$ aufhört.

Der Hochglanz, welchen man mit diesem Kalander erzielt, ist in der Hauptsache wahrscheinlich dem ungewöhnlich hohen Druck zu danken, welcher auf die Walzenzapfen geübt wird. Die Wirkung dieses Drucks wird aber nicht nur im Niederpressen der Unebenheiten bestehen, sondern vielleicht hauptsächlich darin, dass er die von der Triebwalze mitgedrehten Walzen in ihrem Widerstand gegen diese Mitnahme bestärkt. Hierdurch wird der Seite 742 erwähnte Unterschied der Umfangsgeschwindigkeiten der Walzen immer grösser, je weiter dieselben von der Triebwalze entfernt sind. Die Walzen wirken infolgedessen auch mit grösserer Reibungsglätte auf das zwischen ihnen durchgehende Papier, und diese bringt den Hochglanz hervor. Die starke Feuchtung mit bis 30 Prozent Wasser bewirkt, dass das Papier trotz seiner hohen Spannung nicht reisst, und dass die Dehnbarkeit des Papieres durch den hohen Druck nicht leidet. Die hohe Temperatur der geheizten Hartwalzen verjagt nicht nur das Feuchtwasser, sondern befestigt auch vielleicht die niedergelegten Fasern mit bis zum Schmelzpunkt erweichtem Harz.

Der erwähnte hohe Druck und Glanz wird bei dem beschriebenen 2380 mm breiten Kalander und 360 m Papierdurchgang in der Minute mit einem Kraftaufwand von 50—70 Pferdestärken erkauft.

Fig. 899.

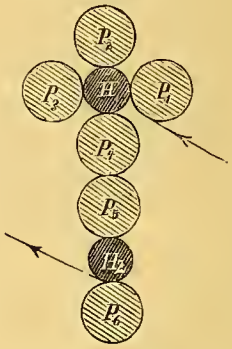



**356. Kalander mit Centralwalze.** Nach der deutschen Patentschrift Nr. 8608 ordnet man, wie Fig. 899 zeigt, acht oder mehr Walzen, von denen 4 aus Papier und 4 aus Hartguss bestehen können, um eine grössere Centralwalze an. Alle 8 Walzen werden gleichzeitig durch Anziehen der Metallbänder $i$ mit den Schrauben $g$ auf die

Centralwalze gepresst. Löst man beim Stillstand die Schrauben $g$, so gehen die 8 Walzen vermöge ihres Gewichtes um etwa 3 mm auseinander, berühren sich also nicht mehr. Das Papier wird von $p$ ab-, bei $o$ aufgerollt und geht wie bei anderen Kalandern zwischen den 8 Walzen durch. Als Hauptvorzug dieser Anordnung wird der geringe Raumbedarf hervorgehoben.

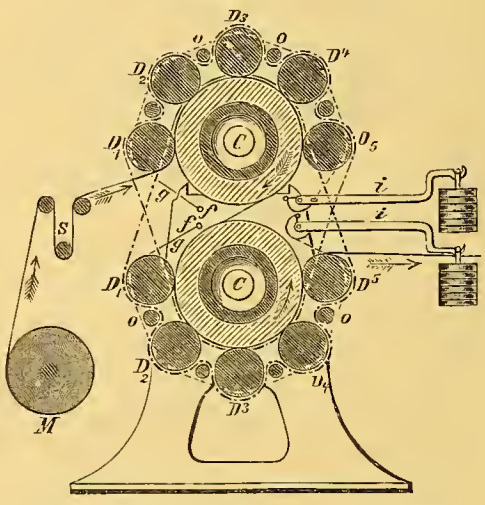
Der Kalander Fig. 900, welcher 1880 von W. R. Schürmann in Düsseldorf im Betrieb ausgestellt war, bestand aus den Papierwalzen $P_1$ $P_2$ $P_3$ $P_4$ $P_5$ $P_6$ und den Hartwalzen $H_1$ $H_2$. Der Antrieb erfolgte durch die Hartwalze $H_2$. Durch die Lagerung der Hartwalze $H_1$ zwischen den Papierwalzen sollte bewirkt werden, dass sich das durchlaufende Papier nur der stets gleichen cylindrischen Oberfläche der Hartwalzen anzuschmiegen hat, aber keinen Papierwalzen, die manchmal schwach kegelförmig abgenützt sind und dadurch Falten veranlassen. An den Durchgangsstellen trifft das Papier stets auf eine andere Papierwalze, welche die von der vorhergehenden verursachten Fehler wieder ausgleichen kann, während diese sich verdoppeln, wenn das Papier an zwei aufeinander folgenden Durchgängen mit derselben Papierwalze in Berührung bleibt. Da die Hartwalze den mit ihr zusammen arbeitenden Papierwalzen gleiche Geschwindigkeit mittheilt, so wird die Zugspannung nicht von oben nach unten gesteigert, oder doch weniger gesteigert, und das Papier soll infolgedessen weniger reissen als bei Glättwerken, die von der untersten Walze allein ihren Antrieb erhalten. Der in Fig. 900 dargestellte Kalander zeigt noch den Vorzug so geringer Höhe, dass man bequem überallhin reichen kann, obwohl er eben soviel Durchgangsstellen wie ein hoher achtwalziger Kalander hat. Auch wird der zum Heizen der beiden Hartwalzen dienende Dampf durch die Lage zwischen mehreren Papierwalzen besser ausgenützt.

Fig. 900.




Die Vereinigten Werkstätten zum Bruderhaus in Reutlingen, Württemberg, haben in ihren Werkstätten den unter Nr. 9616 patentirten Kalander mit Centralwalzen aufgestellt, von dem Fig. 901 ein Bild giebt. Er besteht aus 2 Centralwalzen $C$ mit Umfangswalzen $D_1$ $D_2$ $D_3$ $D_4$ $D_5$. Zwei Stahlbänder $g$ sind bei $f$ am Gestell befestigt, gehen über die Lager der Walzen $D_1$ $D_2$ $D_3$ $D_4$ $D_5$ und werden mit Gewichtshebeln $i$ angespannt. Das Papier geht von der Rolle $M$ in der Richtung der Pfeile durch die Streckeinrichtung $S$ und zwischen den Walzen durch. Wenn die Walzen $D_1$ $D_2$ usw. durch Reibung wirken, also rascher als die Centralwalzen $C$ laufen sollen, so erhalten sie von den gemeinschaftlichen durch Rollen $O$ gespannten Riemen raschere Bewegung.

Fig. 901.




Der Kalander wurde in den Werkstätten vielfach probirt, hat diese aber nicht verlassen, weil er viele Missstände zeigte, und man damit die gewünschte Glätte

nicht erzielen konnte. Es ergab sich, dass die als Presswalzen dienenden, um die Centralwalze gelegten Walzen nicht stark genug waren, sich desshalb bogen oder federten und nicht gleichmässig glätteten. Dieser Uebelstand zeigte sich in gleichem Maasse sowohl bei Hartwalzen, die um eine Papierwalze gelegt wurden, als auch bei Papierwalzen, die auf einer Central-Hartwalze lagen. Der Durchmesser der äusseren Walzen lässt sich aber nicht erheblich vergrössern, ohne dass man der Centralwalze grössere Auflagefläche und zu diesem Zweck einen über jedes übliche Maass gehenden Durchmesser giebt. Die Einführung des Papiers und besonders die Fortführung von einer Walze $D_1$ unter die folgende $D_2$ usw. verursacht wegen des geringen zwischen den Walzen vorhandenen Raumes grosse Schwierigkeiten. Wenn die Walzen $D_1$ $D_2$ $D_3$ usw. nicht ganz genau gleichmässig arbeiten, so staut sich das Papier — besonders dünnes — zwischen denselben und verursacht viel Ausschuss und Stillstände. Als den äusseren Walzen grössere Geschwindigkeit gegeben wurde, damit sie durch Reibung glätten und als Reibungskalander dienen sollten, konnte man den vorher nöthigen starken Druck auf deren Zapfen entbehren und vermied damit auch das Durchbiegen und Federn derselben. Dagegen erfuhr aber das Papier, wie immer, unter den Walzen eine geringe Streckung, und die genau gleich rasch laufenden Walzen $D^3$ $D^4$ $D^5$ konnten das unter $D^1$ $D^2$ schon etwas verlängerte Papier nicht vollständig durchziehen, sodass es sich zwischen den Walzen $D_3$ $D_4$ $D_5$ von der Centralwalze abhob und sich nicht richtig bearbeiten liess. Bei gewöhnlichen Rollkalandern bleiben die oberen Walzen, wie Seite 742 erklärt, gegen die unteren etwas zurück. Das von oben nach unten durchlaufende Papier kommt also mit immer rascher laufenden Walzen in Berührung.

Es ist anzunehmen, dass mit anderen Centralwalzen-Glättwerken ähnliche Erfahrungen gemacht wurden.

Bei der Arbeit in den Papierfabriken wird man wahrscheinlich auch gefunden haben, dass kein genügender Druck auf die Zapfen der äusseren Walzen geübt werden kann, um eben solche Glätte wie mit vielwalzigen Rollkalandern hervorzubringen, weil das Gewicht der aufeinander liegenden Walzen viel kleiner ist. Es dürfte auch schwierig sein, alle um die Centralwalze angeordneten Walzen genau gleich stark aufzupressen, und wenn dies nicht geschieht, müssen Ungleichheiten und Schwierigkeiten entstehen.

Aus allen diesen und vielleicht noch anderen Gründen haben Glättwerke mit Centralwalzen keine Verbreitung erlangt.

**357. Reibungs- (Friktions-) Glättwerke.** In den gewöhnlichen Kalandern wird das Papier hauptsächlich durch Druck, durch Niederlegung aller Hervorragungen, Ausfüllen der Vertiefungen und, wie Seite 742 erklärt, nur wenig durch Reibung geglättet. Während sich die Arbeit des Rollkalanders mit derjenigen der Mangel oder Wäsche-Drehrolle vergleichen lässt, soll der Reibungs-Kalander die Arbeit der Hausfrau beim Plätten der Wäsche, oder die des Polirers nachahmen. Wie das mit Bolzen geheizte Plätteisen über die auf filzbekleidetem Brett festliegende Wäsche, so soll eine mit Dampf geheizte Stahlwalze rasch auf dem langsam über eine Papier- oder Baumwoll-Walze gleitenden Papier umlaufen und dabei, wie das Plätteisen, genügend stark aufgedrückt werden, um die gewünschte Wirkung zu erzielen. Man kann annehmen, dass die Oberfläche des Papiers von der schnell darüber hingleitenden Reibungs-

walze so verzogen wird, dass die Vertiefungen, welche das auffallende Licht unterbrechen, ausgefüllt werden.

Ebenso wie die Wäsche von der Hausfrau eingespritzt und zum Durchziehen des Wassers eine Zeitlang zusammengerollt oder -gefaltet in Ruhe belassen wird, muss der Papiermacher vor dem Glätten für gutes gleichmässiges Durchfeuchten des Papiers sorgen. Ferdinand Jagenberg in Remscheid meint sogar, dass man durch Tränken des Papiers mit Traganth oder anderen beim Stärken der Wäsche benützten Stoffen ebensolchen Glanz erzielen könne wie beim Glanz-Bügeln oder -Plätten von Halskragen und dergleichen.

Bunt- oder Streichpapier, Glanzdeckel und Pressspäne werden schon seit vielen Jahrzehnten durch Reibung mit Steinen geglättet. In der ersten Ausgabe dieses Buches (1875) war aber schon erwähnt, dass sogar feine Papiere in England auf einer grösseren Papierwalze von einer daraufliegenden, viel rascher laufenden Stahlwalze geglättet werden. Die obere Walze dürfe aber in diesem Falle nicht von der unteren durch Mitnehmen in Bewegung gesetzt werden, sondern müsse mit selbständigem Antrieb versehen sein; sie glätte dann das Papier durch ihre grössere Geschwindigkeit auf der oberen Seite und ertheile ihm eine besondere Art von Politur, mit welcher es als *friction glazed* in den Handel komme.

Seit dieser Zeit hat der Bau von Glättwerken grosse Fortschritte gemacht und auch die Reibungs-Kalander sind vervollkommnet worden.

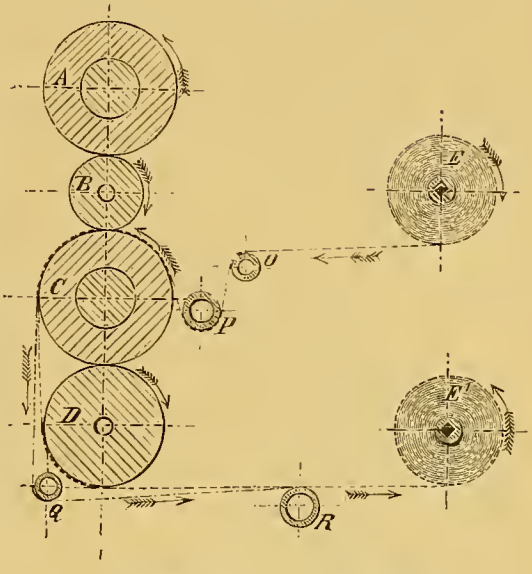
Joseph Eck & Söhne lieferten 1877 den ersten Reibungs-Kalander mit vier Walzen für Packpapier und bauen diese Glättwerke jetzt in der durch Fig. 902 ohne Gestell und in Figg. 903 bis 906 in Aufrissen und Grundriss dargestellten Form.

$A$ und $C$ sind Baumwollwalzen, $B$ ist die Reibungs-Hartgusswalze, $D$ die untere Hartguss-Tragwalze. Das Papier wird von $E$ abgerollt, geht über die Breithalterwalzen $O$ und $P$ (Fig. 902), zwischen Walzen $B$ und $C$ durch, über Führungswalzen $Q$ $R$, und wird bei $E'$ wieder aufgerollt. Es wird von der Walze $C$ mit deren Umfangsgeschwindigkeit mitgenommen, während die darüber liegende Reibungswalze $B$ sich bedeutend schneller dreht und dadurch die gewünschte Reibung auf dem Papier hervorbringt. Um das Verhältniss der Geschwindigkeiten der Walzen $B$ und $C$ zu ändern, braucht man nur deren Zahnräder $L$ und $M$ auszuwechseln. $Q$ und $R$ sind Leitwalzen zur Führung der Papierbahn, $F$ $G'$ und $G$ Riemscheiben für langsamen und schnellen Gang des Kalanders. Die beiden Hartwalzen $B$ $D$ sind zum Heizen mit Dampf eingerichtet. Die obere Walze $A$ soll gleichmässigen Druck auf die ganze Fläche der dünnen Reibungswalze $B$ üben, um störendes Federn oder Durchbiegen derselben zu verhindern. Auch wird damit die schon durch Dampf erhitzte Walze $B$ von unmittelbarer Zapfenbelastung befreit und die Belastung von der dickeren, langsamer laufenden Walze $A$ übernommen. Die untere Tragwalze $D$ verhindert in gleicher Weise Durchbiegen und Federn von $C$. Der erforderliche Druck wird durch das Gewicht der Walzen und durch belastete Gewichtshebel ausgeübt.

Die Reibungswalze $B$ erhält ihre Bewegung von den Zahnradpaaren $J$ $H$ und $J^1$ $H^1$ (Figg. 903 und 905) an beiden Enden zugleich; die untere Tragwalze $D$ wird von $H$ aus durch Vermittlung der Räder $K$ $L$ $M$ getrieben, Fig. 904. Die Reibung oder Voreilung der Walze $B$ kann dadurch vermehrt oder vermindert werden, dass

man die untere Tragwalze *D* und damit auch *C* langsamer oder rascher laufen lässt und zu diesem Zwecke die Räder *L M* auswechselt.

Fig. 902.




Soll der Reibungskalander nur mit Druck wie ein gewöhnlicher Rollkalander arbeiten, so braucht man nur das Zahnrad *L* auszuschalten, welches der Reibungswalze *B* die raschere Bewegung übermittelt. Dann hat nur die untere Walze *D* noch unmittelbaren Antrieb, die auf ihr liegenden Walzen *C B A* werden mit gleicher Umfangs-Geschwindigkeit mitgenommen, und man führt das Papier zwischen *A* und *B* ein.

Kräftiges Papier, z. B. starkes Tauenpapier, muss sehr stark angefeuchtet werden, damit es die zur Annahme von Hochglanz erforderliche Weichheit erhält; nach den Erfahrungen einer Fabrik dieser Sorten muss es bis 30 Prozent Wasser aufnehmen. Will man das Papier dann rasch wieder

Fig. 903.

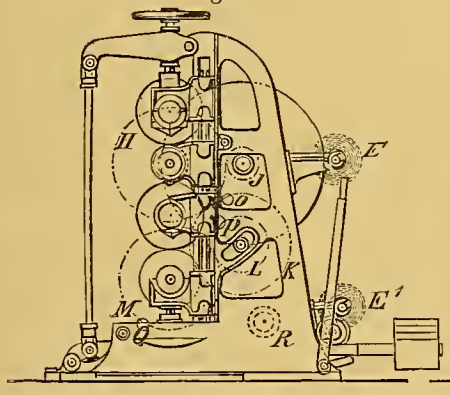



Fig. 904.

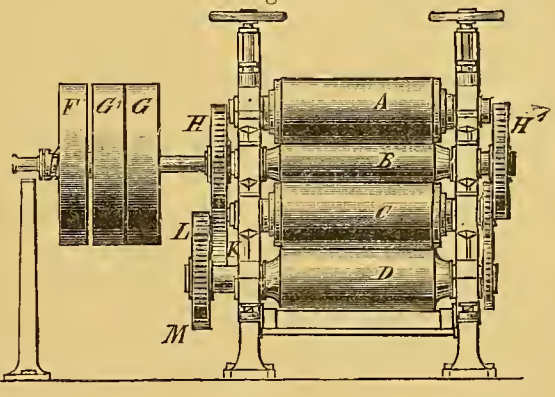
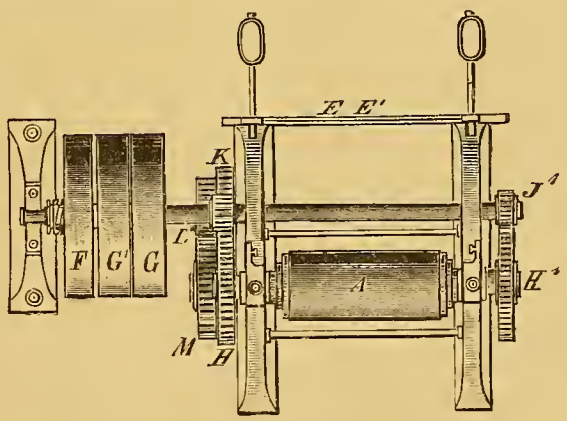



Fig. 905.




trocknen, so kann man es, wie in Fig. 902 gezeigt, über die geheizte Walze *D* statt über die Führungswalze *Q* laufen lassen, ehe es aufgerollt wird.

Bei der Verarbeitung von so stark gefeuchtetem Papier ist die Heizung der Hartwalzen unentbehrlich, weil die Baumwollwalze sonst so viel Feuchtigkeit aus dem Papier aufnehmen könnte, dass dieses bei einem der nächsten Umgänge daran kleben bliebe. Sie ist aber auch stets erforderlich, um die Reibungswalze zu Anfang der Arbeit auf höhere Temperatur zu bringen. Wenn die Walze diese erlangt hat und infolge der entwickelten Reibungswärme beibehält, kann der durchströmende Dampf in manchen Fällen abgesperrt werden. Beim Glätten mancher sehr trockener Papiere muss man sogar die Reibungswalze abkühlen, indem man auf demselben Wege wie vorher Dampf, Wasser durchleitet.

Da man mit der Reibungswalze nur eine Seite des Papiers bearbeiten kann, so muss man die Rolle umkehren und das Papier nochmals durchführen, wenn es auf beiden Seiten Glanz erhalten soll.

Die Herstellung der Baumwollwalzen *A* und *C* ist Seite 937 beschrieben.

Wenn die Zahnräder, welche die Reibungswalze treiben, gewöhnliche Stirnräder sind, so hat der eingreifende Zahn des treibenden Rades einen kleinen Zwischenraum zu durchlaufen, ehe er den Zahn des getriebenen Rades fasst. Durch diesen kleinen Zwischenraum entstehen kaum merkbare schwache Stösse, die sich auf dem geglätteten Papier durch Quer-Streifen von verschiedener Schattirung zu erkennen geben. Es muss desshalb dafür gesorgt werden, dass die Reibungswalze gleichmässig und ohne Stösse umläuft. Riemen erscheinen hierzu am geeignetsten, haben jedoch den Missstand im Gefolge, dass sie einen Zug auf die Welle üben und dadurch möglicherweise andere Fehler hervorrufen. Wenn die Riemen nicht sehr lang sind, arbeiten sie auch unsicher und gleiten häufig. Um sicher zu gehen, erscheint es daher am besten, dass man die neuerdings eingeführten Stirnräder mit schrägen Zähnen benutzt, von denen stets mehrere gleichzeitig angreifen und damit das stossweise Anfassen winkelrechter Zähne vermeiden.

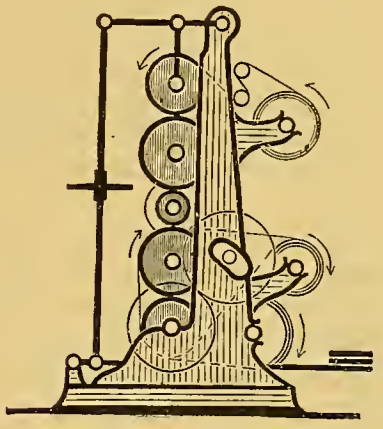
Je rascher die Reibungswalze *B* im Verhältniss zu der Unterlagswalze *C* läuft, je mehr Voreilung sie gegen diese hat, umsoweniger soll sie belastet werden — und umgekehrt. Die Belastung lässt sich mit den Gewichtshebeln leicht regeln und die Geschwindigkeit der Reibungswalze durch Einsetzen anderer Räderpaare verändern. Je stärker die Reibung, desto höherer Glanz wird erzeugt, und desto dickgriffiger bleibt das Papier, weil der Druck gleichzeitig geringer ist. Je schwächer die Reibung, desto matter der Glanz, und desto dünngriffiger wird das Papier, weil gleichzeitig mehr Druck auf die Reibungswalze wirkt. Die Baumwollwalze *C* von 500 mm Durchmesser macht z. B. eine Drehung, während die Reibungswalze *B* von 250 mm Durchmesser beim Glätten von Pack- und Umschlagpapier $2^1/_2$ bis 3 mal umläuft, also in gleicher Zeit einen um 25 bis 50 Prozent grösseren Weg zurücklegt.

Je kleiner der Durchmesser der Friktionswalze ist, desto besser wirkt sie. Da sie aber um so dicker gegossen werden muss, je breiter der Kalander ist, so ergiebt sich auch hier als Regel, dass es am besten ist, denselben so schmal als thunlich zu nehmen.

Ein Reibungskalander von vorstehend beschriebener Art braucht je nach Breite und Leistung 8 bis 40 Pferdestärken und glättet in der Minute 25 bis 40 m Papierbahn.

Herr Ferdinand Jagenberg in Remscheid, der sich seit vielen Jahren mit dem Bau von Friktions-Kalandern beschäftigt, bewirkt den Antrieb der Reibungswalze dadurch, dass er sie auf beiden Seiten von Zahnrädern mit schräg geschnittenen Zähnen in Bewegung setzen lässt. Durch den Antrieb von beiden Seiten wird vermieden, dass einseitiger Zug auf die Reibungswalze stattfindet, und die etwaigen Fehler des Getriebes einer Seite sollen durch das andere ausgeglichen werden. Riemen, welche er in gleicher Weise anwandte, mussten sehr stark gespannt werden und verbrauchten viel Triebkraft. Er legt wie Eck & Söhne eine Papierwalze auf die Friktionswalze; da aber Papierwalzen nur einen dünnen eisernen Kern haben und infolgedessen wenig Zapfendruck ohne Biegung ertragen können, so legt er noch eine Hartwalze auf dieselbe, wie in Fig. 906 gezeigt ist. Dadurch erhält er ein fünfwalziges Glättwerk, welches auch als Rollkalander benutzt werden kann.

Fig. 906.



Nach Jagenbergs Erfahrung wird der Reibungswalze gewöhnlich solche Geschwindigkeit ertheilt, dass ihre Oberfläche in gleicher Zeit einen um 10 bis 20 pCt. längeren Weg zurücklegt als die unter ihr liegende Papierwalze.

Francis W. Bird empfahl schon in einem amerikanischen Patent vom Jahre 1877, die unterste von vier Walzen als Reibungswalze zu benützen, die darauf liegende aus Papier zu nehmen, Hartwalzen darüber zu legen und die Reibungswalze von unten anzupressen. Spätere Erfinder haben denselben Gedanken ausgeführt.

Joseph Eck & Söhne in Düsseldorf wendeten z. B. bei ihrem durch das deutsche Reichspatent Nr. 9333 geschützten Reibungskalander eine zu unterst liegende Reibungswalze an. Diese Bauart wurde jedoch verlassen, weil die tiefe Lage der Reibungswalze unten im Gestell das Einführen des Papiers zu sehr erschwerte. Ausserdem haftete die über der Reibungswalze liegende dicke Baumwollwalze nicht fest genug auf der darüber liegenden treibenden Hartwalze, um der verführenden grösseren Geschwindigkeit der Reibungswalze stets zu widerstehen. Sie liess sich manchmal von dieser mitreissen, vereitelte dadurch die Reibung und auch das Glätten. Wenn die Baumwollwalze, wie in Figg. 903 bis 906, auf der treibenden Hartwalze liegt, wird sie von dieser besser mitgenommen und folgt der schnelleren Reibungswalze nicht. Bei den zuerst nach Patent Nr. 9333 gebauten Kalandern lief übrigens die Reibungswalze anfangs langsamer als die darüber liegende Baumwollwalze, hatte also Nacheilung gegen diese, und das Papier musste somit von der Baumwollwalze durchgezogen werden. Diese Arbeitsweise erwies sich jedoch als ungeeignet und wurde bald aufgegeben.

Nach dem deutschen Patent Nr. 18421 soll eine in Hebeln gelagerte Reibungswalze von der Seite auf das durch einen Rollkalander laufende Papier gepresst werden und dieses glätten, während es über eine Papierwalze geht. Ueber die Ergebnisse dieser und anderer patentirter Bauarten ist jedoch nichts bekannt geworden.

Obwohl Reibungskalander in Buntpapier-Fabriken zum Ersatz der Stein-

glätten mit Vortheil benutzt werden, haben sie in Papierfabriken nur wenig Eingang gefunden. Es ergab sich bei den damit gemachten Versuchen zuviel Ausschuss, weil das Papier in vielen Fällen nicht elastisch genug war, um die Bearbeitung durch die Reibungswalze zu ertragen. Es scheint auch, dass das im Papier befindliche Harz durch die Reibung und Hitze der Glättwalze manchmal verändert wird und Flecken erzeugt. Der Glanz wurde auch vielfach ungleichmässig und streifig. Manche Fabrik, welche einen Reibungs-Kalander angeschafft hat, benützt denselben desshalb nur als Rollkalander.

Soweit der Verfasser in Erfahrung bringen konnte, sind Reibungskalander in einigen Fabriken zur Erzeugung von Hochglanz auf Tauenpapier dauernd in Gebrauch, nachdem man damit die nöthigen Erfahrungen gesammelt und die richtige Behandlung gelernt hat. Vor allem muss das Papier sehr gleichmässig gearbeitet und getrocknet sein, da sich sonst die erforderliche gleichmässige Anfeuchtung des stark geleimten Papiers mit bis 30 pCt. Wasser nicht erzielen lässt. Es gelingt auf diese Art bis zu 1600 mm breites Tauenpapier zu glätten. Aber auch an diesem mit Hochglanz versehenen Papier sind noch Falten und Streifen bemerkbar, die zwar bei diesen Sorten nicht schaden, aber erkennen lassen, wie schwierig es ist, weniger kräftige und empfindlichere Papiere in solcher Weise zu glätten.

Bei Buntpapier ist das rohe Papier mit einer Farbschicht bestrichen, welche allein mit der Reibungswalze in Berührung kommt und meist aus einer sehr gleichmässigen knetbaren Masse besteht. Die Reibungswalze glättet diese nachgiebige Farbschicht mit Erfolg, indem sie deren einzelne Theilchen so verschiebt, dass alle Unebenheiten verschwinden, während ihr das festgeschlossene Rohpapier zu grossen Widerstand entgegensetzt. Da jedoch die Reibungskalander noch im Anfang ihrer Entwicklung stehen, so ist es wohl möglich, dass sie noch zu Glättwerken ausgebildet werden, mit welchen man allen Papiersorten höheren Glanz verleihen kann.

**358. Heizung und Kühlung der Kalander.** In vielen Fällen werden hohlgegossene Hartwalzen angewandt und mit durchgehendem Dampf geheizt. Die höhere Temperatur der Hartwalzen mag zu völligem Trocknen des gefeuchteten Papiers dienen, doch ist kaum anzunehmen, dass man dazu die Kosten der Heizeinrichtung aufwenden und ihre Unannehmlichkeiten in Kauf nehmen würde. Die Unannehmlichkeiten bestehen darin, dass die Dampfleitung mit ihren Stopfbüchsen Verunreinigung, Nässe und Dampf mit sich bringt, und dass die Papierwalzen unter der Einwirkung der heissen Hartwalzen leiden, besonders wenn sie beim Reissen der Papierbahn oder bei Stillständen unmittelbar damit in Berührung kommen. Wenn manche Fabrikanten trotzdem bei Anwendung geheizter Walzen Vortheil finden, so kann dies darin seinen Grund haben, dass nicht nur das Wasser ausgetrieben, sondern auch das leimende Harz des durchlaufenden Papiers durch die hohe Temperatur dem Schmelzpunkt nahe gebracht wird, dass dieses die beim Glätten niedergelegten Fasern festklebt und der erzielten Glätte grössere Dauer verleiht. Man will nämlich die Beobachtung gemacht haben, dass die schöne Glätte, welche gefeuchtetem Papier von Kalandern ertheilt wird, zum Theil wieder verloren geht, dass die niedergelegten zusammengepressten Fasern sich zum Theil wieder erheben, wenn das Papier seine Feuchtigkeit abgegeben hat. Die prächtige dauerhafte Glätte der amerikanischen Papiere ist auch beinahe allgemein ohne vorheriges Feuchten erzielt.

Alle diese Ansichten und Beobachtungen mögen für manche Fälle zutreffen und verdienen desshalb Beachtung. Die Papiere heutiger Erzeugung, die zu grossem Theil aus Holz, Stroh, Espartogras bestehen, haben sehr verschieden geartete Fasern, enthalten zum Theil noch Harzstoffe aus dem Holz, sind verschieden elastisch und verhalten sich auch verschieden, je nach Art ihrer Herstellung und Zusammensetzung. Die in einzelnen Fällen gemachten Beobachtungen sind desshalb häufig für andere Verhältnisse nicht maassgebend und können nur Fingerzeige geben. Während z. B. manche Fabrikanten im Heizen der Hartwalzen Vortheil finden, wollen andere deren Temperatur möglichst niedrig halten. Durch den raschen Gang und die Reibung unter hohem Druck werden die Walzen auch ohne besondere Heizung schon so warm, dass man sie häufig nicht anfassen kann. Diese Erwärmung bewirkt manchmal in der Mitte der Papierbahn rascheres Trocknen als an den Rändern und verursacht dadurch wellige Ränder, die bei der Verarbeitung, besonders beim Bedrucken usw. sehr hinderlich sind. Ob die Ränder durch ungleiche Erwärmung oder dadurch wellig werden, dass das Feuchtwasser nicht durchweg gleichmässig ausgetrieben wird, bleibt sich gleich, da in beiden Fällen die Ursache der hohen Temperatur zuzuschreiben ist. In einer Reihe von österreichischen Fabriken werden desshalb die Hartwalzen der Rollkalander mit durchlaufendem kaltem Wasser gekühlt, und seitdem dies geschieht, sind die welligen Ränder verschwunden.

**359. Einfluss des Glättens und Feuchtens auf Papier.** Das Glätten wird dadurch bewirkt, dass die hervorragenden Theilchen des Papiers, die Berge, durch Druck in die benachbarten Thäler gepresst werden, so dass eine gleichmässig geschlossene Oberfläche entsteht. Zur Erzielung von hohem Glanz muss zu diesem Pressen noch die Reibung treten, die, wie auf Seite 742 erklärt, bei Rollkalandern theilweise mitwirkt. Auch in Satinirmaschinen verschieben sich die Platten und Bogen eines durchgeschobenen Packs und zeigen damit, dass das Papier Reibung erfahren hat. Bei Reibungskalandern wird auf das Glätten durch Druck verzichtet.

Da das Papier zwischen den Walzen gezerrt wird, könnte man annehmen, dass seine Festigkeit und Elastizität dabei nothleiden. Nach den von W. Schacht in Nrn. 71 und 80 der Papier-Zeitung 1889 veröffentlichten Versuchen ist dies jedoch nur wenig der Fall. Ungenügend gefeuchtete Papiere büssten zwar beim Glätten im 11walzigen Kalander etwas von ihrer Festigkeit und Dehnung ein, Papiere mit stärkerer gleichmässiger Feuchtung hatten aber erheblich grössere Festigkeit, Dehnbarkeit und viel bessere, sogar vorzügliche Glätte. Bei sehr starkem, wiederholtem Glätten müssen jedoch Festigkeit und Dehnbarkeit des Papiers erheblich abnehmen.

Die Annahme, dass Papier beim Glätten senkrecht zum Maschinenlauf, also in Bogen, infolge der Zerrung, welche es dabei erfährt, viel von seiner Dehnbarkeit verlieren müsse, wurde durch die Schacht'schen Versuche nicht in allen Fällen bestätigt. Das Vorkommen, dass genügend geleimtes Papier beim Glätten in Kalandern manchmal seine Leimfestigkeit einbüsst, wird in den meisten Fällen zu starkem Feuchten zuzuschreiben sein. Durch Anwendung und längere Einwirkung des Wassers werden die Leimstoffe aufgeweicht, und wenn das Papier dann noch im Kalander stark gepresst wird, kann es eine Quetschung erfahren, welche innere weniger gut geleimte Theile der Papiermasse an die Oberfläche bringt. Diese Erscheinung wird jedoch schwerlich auftreten, wenn das Papier bestmöglich geleimt,

also bis ins Innere mit Leimstoffen ausgefüllt ist. Papier, welches im Glättwerk seine Leimfestigkeit verloren hat, kann möglicherweise wieder leimfest werden, wenn man es über heisse Trockencylinder führt, welche die getrennten Harzleimtheilchen schmelzen und die vorher entstandenen Risse wieder zukleben. Geheizte Hartwalzen haben in solchen Fällen dieselbe Wirkung und mögen dann, sowie überhaupt, für sehr stark gefeuchtetes Papier vortheilhaft sein.

Alle Drucker haben mit der unangenehmen Erscheinung zu rechnen, dass Maschinenpapier durch Feuchten seine Grösse verändert, dass es eingeht oder sich ausdehnt, und die Papierfabrikanten müssen dies in manchen Fällen auch berücksichtigen. Mit jemehr Spannung Papier durch die Papiermaschine und besonders über den Trockner gezogen wird, desto weniger kann es dabei in der Laufrichtung einschrumpfen oder eingehen. Wenn es aber später wieder gefeuchtet und dann ohne Spannung getrocknet wird, benützt es die Gelegenheit, um sich in der Längsrichtung mehr als querdurch zusammenzuziehen, verändert also seine Gestalt. In Nr. 17 der Papier-Zeitung von 1880 ist eine Reihe von Versuchen mitgetheilt, bei denen Bogen verschiedener Sorten, mit Wasser völlig durchtränkt, gemessen, getrocknet und wieder gemessen wurden. Die Maschinenpapiere hatten sich nach dem Feuchten nach beiden Richtungen verschieden gedehnt, wurden aber beim nachherigen Trocknen kleiner als sie ursprünglich waren. In der Richtung des Maschinenlaufs war die Verkleinerung, besonders bei wenig geleimten Sorten, stärker als der Breite nach. Gutes Büttenpapier dehnte sich beim Feuchten gleichmässig nach beiden Richtungen und trocknete nachher genau auf seine ursprüngliche Grösse ein. Bei stark geleimten feinen Papieren war die Verkürzung nach dem Trocknen weniger bedeutend und nach beiden Richtungen weniger verschieden.

**360. Auswahl und Leistung der Kalander.** Seit dem Erscheinen der ersten Ausgabe dieses Buches 1873—75 hat der Bau von Rollkalandern in Europa und besonders in Deutschland grosse Fortschritte gemacht. Die von besseren deutschen Maschinenfabriken gelieferten Rollkalander bewähren sich mindestens ebenso gut wie die aus älterer Erfahrung hervorgegangenen amerikanischen. Die in der ersten deutschen Ausgabe erwähnten Glättwerke aus einer Papierwalze und zwei Hartwalzen, durch welche das Papier bogenweise geschoben wurde, und die noch 1873 als erheblicher Fortschritt gegen die Plattenglätten galten, haben jetzt (1891) meistens grossen 8- bis 11walzigen Rollkalandern Platz gemacht. Die amerikanischen, aus vieljähriger Erfahrung hervorgegangenen Vorbilder wurden jedoch in Deutschland nicht nachgeahmt, die Maschinenbauer und Papiermacher waren in vielen wichtigen Punkten anderer Ansicht und schufen eigene neue Bauarten. Während die Amerikaner ihre Glättwerke so schmal als möglich machten, und das Papier nur in einer Bogenbreite durchführten, wollte man in Deutschland das Papier in voller Maschinenbreite glätten, und es gelang auch, Glättwerke zu bauen, welche dies in befriedigender Weise leisteten.

Für schmale Kalander spricht, ausser der amerikanischen Erfahrung, der Umstand, dass sie nicht so leicht federn und desshalb rascher laufen können als breite, dass sie also durch rascheren Gang die Mehrleistung breiter Glättwerke theilweise ausgleichen. Wenn wir als Beispiele zwei Kalander von 1 und 2 m Walzenbreite vergleichen, so leistet letzterer bei wenig höherem Preis, wenig mehr Raumbedarf und gleicher Bedienung doppelt so viel als der 1 m breite, und noch

1⅓ mal so viel, wenn der schmale 150 m Papier in der Minute, der breite aber nur 100 m glättet. Diese Vortheile sind allerdings so erheblich, dass man wohl prüfen muss, ob sich die Nachtheile der breiten Walzen nicht beseitigen lassen. Die Erbauer des Seiten 963—967 beschriebenen Kalanders, Jos. Eck & Söhne in Düsseldorf, glauben das Federn der breiten Walzen dadurch unmöglich gemacht zu haben, dass sie die unterste Tragwalze und die oberste Walze im Verhältniss zu ihrer grösseren Breite dicker und stärker gewölbt nehmen. Während dieselben bei 1 m Breite mit 300 bis 320 mm dick genug sind, erhalten sie bei 2 m Breite schon 500 bis 550 und bei 2770 mm 600 bis 625 mm Durchmesser. Vielfache Versuche, Messungen und vieljährige Erfahrung liessen bei Walzen von solcher Dicke kein Durchbiegen erkennen, obwohl eine Zapfenbelastung von mindestens 60 Tonnen angewandt wird. Zu Gunsten breiter Kalander soll auch noch die Erfahrung sprechen, dass das Papier bei langsamem Gang glätter wird als bei raschem, wenn nur genügender Druck angewandt ist. Hiernach würde sogar der Vortheil des rascheren Ganges schmaler Kalander durch bessere Arbeit der langsamer laufenden breiten aufgehoben.

Es wäre wahrscheinlich trotzdem nicht richtig, wenn man sich auf Grund einseitig gemachter Erfahrung allgemein für breite oder schmale Kalander entscheiden wollte. Es wird vielmehr von der Ausführung der Glättwerke und der Art der zu bearbeitenden Papiere abhängen, ob man die Anwendung der im Betrieb vortheilhafteren, aber auch schwierigeren breiten Walzen wagen darf, oder sich besser mit bogenbreiten Kalandern begnügt. Manche europäische Fabrikanten sind nach mit breiten Kalandern gemachten schlechten Erfahrungen zu schmalen übergegangen, während andere sich für erstere aussprechen.

Die zwischen der obern und untersten liegenden Hartwalzen bedürfen keiner Wölbung und können cylindrisch genommen werden. Da sie mit weicheren Papierwalzen zusammen arbeiten, so schmiegen sich letztere den Hartwalzen an und sorgen dafür, dass das Papier gleichmässig aufgepresst wird. Neue Papierwalzen sind jedoch manchmal hart und unelastisch, bis sie durch »Einlaufen« oder Leerlaufen die nöthige Biegsamkeit erlangt haben.

Bei Ankauf eines Kalanders muss man in erster Linie darauf sehen, dass die Glättwalzen von bestmöglicher Art sind, da hiervon die Leistung des Kalanders in erster Linie abhängt. Betreffs der sonstigen Bauart kann der Fabrikant unter Berücksichtigung der vorher gegebenen Fingerzeige seinem Geschmack nachgeben.

Sehr wichtig ist auch gleichmässige gründliche Feuchtung des Papiers, für die man durch geeignete Auswahl eines der beschriebenen oder künftiger, vielleicht noch besserer Feuchter sorgen muss.

Ob und wann Reibungskalander angewandt werden sollen, hängt von deren weiterer Vervollkommnung und den zu glättenden Papiersorten ab.

Der beste Kalander kann jedoch keine gute Arbeit liefern, wenn ihm nicht gleichmässig dickes und gefeuchtetes Papier zugeführt wird. Herr Korschilgen aus Bergisch-Gladbach fasste die zu gutem Glätten erforderlichen Vorarbeiten in Nr. 11 der Papier-Zeitung 1882 folgendermaassen zusammen:

Schon in den Kochern und Holländern muss darauf Bedacht genommen werden, dass eine starke, gleichmässige und verfilzungsfähige Fasermasse auf die Papiermaschine geliefert werden kann. Der Hauptantheil an der Vorbereitung der Papiere für die Kalander fällt jedoch der Papiermaschine zu. Der Maschinenführer muss es verstehen, das Papier in richtiger Weise

über die Maschine zu leiten und eine fehlerlose, gleichmässige Papierbahn zu erzeugen. Zu diesem Zwecke sind namentlich folgende Punkte zu beachten:

1. Das Metalltuch soll stets rein gehalten werden. Wenn nämlich die Maschen des Metalltuches durch Wasserstein, Schleim u. dergl. stellenweise verstopft sind, so wird die Papierbahn an diesen Stellen dünner, an den reinen Stellen hingegen dicker ausfallen und daher dem Faltenwerfen am Kalander Vorschub leisten.

2. Die Leitwalzen des Metalltuches sind stets rein von Stoffabfällen, Wasserstein u. dergl. zu halten, damit dieselben das Metalltuch nicht wellig machen.

3. Die Papierbahn muss an beiden Seiten stets gleichmässig dick gehalten, und daher müssen die Schleusen richtig gestellt werden.

4. Die Ränder der Papierbahn müssen scharf geschnitten werden und nicht zu dick ausfallen. Sind dieselben rauh oder zu dick, so wird sich beim Aufwickeln der Papierbahn an beiden Seiten der Rolle eine Rippe bilden, welche die Bildung kleiner Risse und öfteres Abreissen der Papierbahn am Kalander verursacht.

5. Beim Uebergang von der Herstellung einer schmalen auf eine breitere Papierbahn sind reine Nassfilze aufzulegen, weil das Papier sonst ungleichmässig ausgepresst wird.

6. Die Schrauben der Nasspressen dürfen nicht derart angezogen werden, dass die Presswalzen beim Druck auf die Enden federn, und infolgedessen das Papier an den Seiten trockener als in der Mitte auf die Cylinder gelangt.

7. Die Trockencylinder müssen an beiden Seiten gleichmässig erwärmt werden.

8. Die Trockenfilze sind möglichst straff und durchaus gleichmässig zu spannen, damit das Papier die Trockencylinder in glatter Bahn verlässt.

9. Das Papier soll nicht übermässig stark getrocknet werden, weil es sonst zu steif und spröde wird.

10. Beim Feuchter ist dafür zu sorgen, dass derselbe das Wasser auf die Papierbahn stets gleichmässig vertheilt.

11. Soll die Papierbahn auf der Papiermaschine durchgeschnitten und auf mehrere Rollen vertheilt werden, so ist darauf Bedacht zu nehmen, dass der Längsschnitt glatt ausfällt und keine Risschen zeigt, weil diese das öftere Abreissen am Kalander zur Folge haben.

12. Das Papier ist sorgfältig, fest und gleichmässig aufzuwickeln.

Zu Punkt 8 muss ich noch bemerken, dass wollene Filze sich an den ersten Trockencylindern weniger gut für zu glättendes Papier eignen als baumwollene, und zwar aus folgendem Grunde: Wenn die ersten Trockencylinder schon mit Filzen versehen sind, so werden dieselben bei der Arbeit von dem feuchten Papier durchnässt. Bei wollenen Filzen löst sich in Folge dessen die Wolle namentlich an der inneren Seite ab und klebt sich an die Leitwalzen.

Die Filze werden nun in der Mitte, wo sie stets mit dem Papier in Berührung kommen, dünner und schmiegen sich hier nicht in dem Maasse an das Papier, wie an den Enden. Bei einer breiteren Stellung der Maschine wird die Papierbahn daher an den Enden eher trocken werden als in der Mitte, was oft die Bildung von Rissen und Falten im Papier verursacht. Bei gut und stark gewebten Baumwollfilzen tritt der erwähnte Uebelstand garnicht oder doch nur in ganz geringem Maasse ein.

Im Interesse eines gleichmässig getrockneten Papiers sind desshalb für die ersten Cylinder baumwollene Filze zu empfehlen. Für die letzten Cylinder nimmt man besser Wollfilze, weil dieselben hier trockener bleiben, daher in der Mitte weniger abgenutzt werden und sich auch straffer spannen lassen.

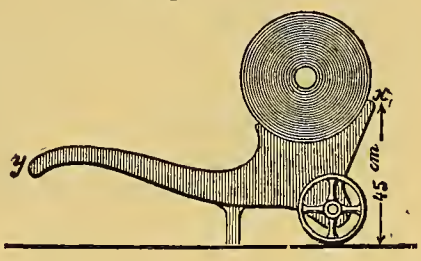
Der Prozentsatz Wasser, welchen das Papier beim Glätten mitbringen soll, richtet sich nicht allein nach den Rohstoffen, sondern auch nach der Dicke des Papiers, sowie nach der Zeit, welche das Papier vor dem Glätten noch liegen bleiben soll, und nach dem Wärmegrade im Lagerhause. Im allgemeinen wird es genügen, wenn bessere Sorten 2 bis 3 pCt. Feuchtigkeit haben, wogegen für geringere Papiere 5 bis 7 pCt. erforderlich sind.

Ist nun unter Beobachtung der obigen Vorschriften gleichmässiges Fabrikat erzeugt, und ist das Papier frei von Rissen und Falten, so wird sich dasselbe unter allen Umständen gut glätten lassen und gar keinen oder nur ganz wenig Ausschuss geben. Gut gearbeitetes Papier erleidet am Kalander höchstens 1 pCt. Ausschuss.

Da jeder Kalander im wesentlichen aus Gussstahl- und Papierwalzen und aus der Lagerung dieser Walzen besteht, so wird das besondere System, nach welchem derselbe gebaut ist, von geringem Einflusse auf seine Leistungsfähigkeit sein. Obgleich ich mit Kalandern der verschiedensten Systeme gearbeitet und Dutzende in Thätigkeit gesehen habe, muss ich gestehen, dass ich wenig Unterschied im Betrieb entdecken konnte. Selbstredend wird solider Bau und exakte Ausführung der einzelnen Theile von wesentlichem Einflusse auf die Leistungsfähigkeit sein.

**361. Papierrollen-Wagen.** In Cumberland mills in Maine, Amerika, standen 1881 acht Rollkalander in einer Reihe und glätteten täglich die von 7 Papiermaschinen erzeugten 18 Tonnen feine Druckpapiere. Nach einem Bericht von Oscar Christ in der Papier-Zeitung wurden die von den Maschinen kommenden etwa 45 bis 50 cm starken Papierrollen mit Wagen auf einen langen, 45 cm hohen Tisch gebracht. Von dort holte sich jeder Kalanderführer seine Rollen mit einem hölzernen, sehr leichten Karren, der in Fig. 907 skizzirt ist. Er fuhr mit Schnabel $x$ an den Tisch, rollte eine Rolle auf den Karren, steckte die Rollstange durch die Papierrolle, fuhr zum Kalander und legte mit Hilfe des Karrens die Stange mit ihrer Papierrolle in die Abroll-Lager. Wenn man die Griffe $y$ hebt oder senkt, hebt oder senkt sich auch die Rolle. Wenn der Karren steht, muss der Schwerpunkt der Papierrolle so liegen, dass sie nicht nach hinten überkippt.

Fig. 907.




Das geglättete Papier wurde ebenso mit dem Karren ausgehoben und auf den Tisch für geglättete Rollen gelegt.

Mit diesem Karren vermeidet man, dass das Papier mit den Händen angefasst wird und erspart so viel Arbeit, dass jeder Kalander von einem Mann bedient werden kann.

**362. Querschneider nach Verny.** In Abschnitt 306 wurde erörtert, warum es zweckmässiger ist, das Papier aufzurollen und später durch einen besonderen Querschneider gehen zu lassen, als es schon auf der Maschine in Bogen zu schneiden. In Amerika werden die in Abschnitten 307, 308, 309 beschriebenen Querschneider auch in dieser Weise benützt, doch haben sie den Nachtheil, dass sie nur 2 bis 3 Lagen Papier zu gleicher Zeit schneiden. Wie in Abschnitt 306 erwähnt, werden die neueren Querschneider von 6 bis 10 Papierrollen zugleich gespeist, es ist aber überflüssig, sie alle hier anzuführen, da einer derselben so unzweifelhaft der beste ist, dass wir uns mit dessen Beschreibung begnügen können. Herr Alexander Verny, Papierfabrikant in Aubenas, Dep. Ardèche, Frankreich, ist der Erfinder dieser Maschine, und war bis vor kurzem auch der alleinige Erbauer derselben. Jede Erfindung, sei sie auch noch so gut, ist der Verbesserung fähig, und je mehr fähige Köpfe sich damit beschäftigen, desto rascher wird sie vervollkommnet. Herr Verny hat viele Jahre lang diese Mithilfe dadurch unmöglich gemacht, dass er, durch Patente geschützt, keiner Maschinenfabrik die Ausführung des Querschneiders gestattete, sondern ihn nur in eigener Werkstätte anfertigte. Ebenso hatte bis zum Erscheinen der ersten Ausgabe dieses Buches 1875 noch keine Veröffentlichung von Zeichnungen stattgefunden, welche, durch Beschreibung erläutert, dem Fabrikanten ein klares Bild geliefert hätten, woraus die Vortrefflichkeit der Maschine ersichtlich gewesen wäre, und auch dem Verfasser verweigerte Herr Verny damals die zu einer verständlichen Darstellung nöthigen Zeichnungen. Es ist hiernach ganz erklärlich, warum die Maschine bis 1875 verhältnissmässig geringe Verbreitung gefunden hatte.

Herr W. R. Schürmann in Düsseldorf beschäftigte sich schon vor 1875 mit dem Bau von Schneidmaschinen nach Verny'schem System, und hat sie bereits mit

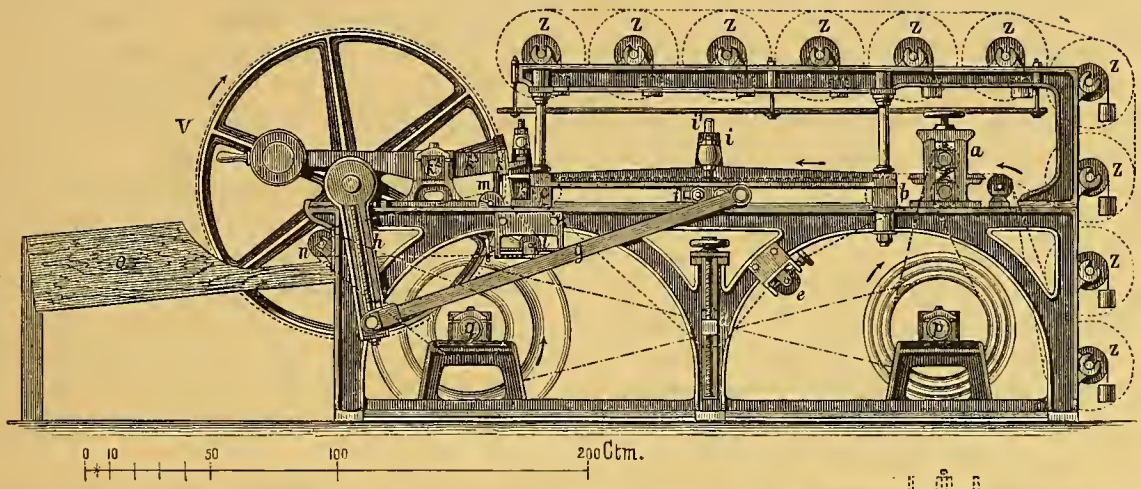
einigen, nicht unerheblichen Verbesserungen versehen. Eine solche Maschine damaliger Bauart ist in Aufriss und Grundriss durch Figg. 908 und 909 dargestellt. Das Papier wird von der Papiermaschine in ganzer Breite auf hölzerne Hülsen mit quadratischer Oeffnung gerollt, welche man nach erfolgter Füllung abnimmt und auf die Wellen *Z* des Querschneiders schiebt. Diese Wellen sind an einem Ende mit Schnurscheiben versehen, welche beim Abrollen als Friktionsscheiben dienen, und ihre Lagerung ist in solcher Weise bewirkt, dass sie alle auf der Schneidmaschine Platz finden, während Verny nur 5 Rollen senkrecht übereinander an der Maschine selbst anbrachte und zur Aufnahme der anderen noch zwei besondere senkrechte Stühle und 1,5 m Längenraum brauchte. Die zu beiden Seiten aufgestellten hölzernen Bänke *X* dienen zur bequemeren Bedienung der über der Maschine liegenden Rollen *Z* und zur Ueberbrückung der Triebwellen.

Die Enden der eingelegten Rollenpapiere werden in der Richtung der Pfeile von Hand durch den Längsschneider *a* auf einen über die Walzen *b c d e* gespannten endlosen Filz gezogen. Herr Verny hat den Längsschneider vereinfacht, indem er die Zahnräder, mittels welcher die Bewegung einer Messerwelle gewöhnlich auf die andere übertragen wird, weglässt und dafür beide Wellen mit kleinen Riemscheiben versieht, um welche der Treibriemen so geschlungen wird, dass er beide in Gang setzt.

Herr Schürmann hat den Walzen *b c d* die Leitwalze *e* zugefügt, welche die Führung des endlosen Filzes wesentlich erleichtert. Die Walze *d* kann mit Schrauben in senkrechter Richtung verstellt werden und dient zum Spannen des Filzes. Zwischen *b* und *c* befindet sich auf jedem der beiden Seitengestelle eine Gleitführung, worin eine querliegende, flache, mit ihrer oberen Seite dicht unter dem Filz hergehende Traverse *f* mittels der beiden Zugstangen *g* und der beiden verstellbaren Kurbeln *h* hin- und hergeführt wird. Auf der Traverse *f*, aber über dem Filze, liegt eine zweite Traverse *i* von gleicher Breite, welche in senkrechten, in den freien Enden von *f* befestigten Stiften $i^1$ auf- und niedergeht und den Filz mit den darauf liegenden Papierbahnen unbeweglich festhält, wenn sie ihrer Schwere ungehindert folgen kann. Die obere Rippe der Press-Traverse *i* ist nach beiden Seiten hin so weit verlängert, dass ihre Enden über die Zugstangen *g* hinreichen und von diesen Zugstangen gehoben werden, so lange die Kurbeln *h* die obere Hälfte ihrer Umdrehung durchlaufen. Wenn die Kurbeln *h* die in Fig. 909 gezeichnete waagrechte Stellung inne haben, befinden sich die Traversen zunächst der Walze *b*, *i* ruht dann frei auf *f*, fasst Filz und Papier mit festem Griff und nimmt sie (wie in Fig. 908) mit, bis sie am andern Ende der Bahn bei *c* ankommen. Dann beginnen die Kurbeln *h* die obere Hälfte ihrer Kreisbewegung, die Traverse *i* wird von den Zugstangen *g* gehoben, und der freigelassene Filz nebst dem darauf liegenden Papier bleibt ruhig stehen, während *f* und *i* an den Anfang der Bahn zurückkehren.

Die Papierbahnen sind unterdessen um eine Länge vorgeschoben worden, welche dem von den Traversen zurückgelegten Wege gleich ist, ihre vorderen Enden sind über das feststehende Quermesser *k* weggegangen und ruhen jetzt auf dem über die Walzen *l m n* gelegten Filze, welcher von *l* gespannt wird und von der Welle *q* aus durch einen über *n* laufenden Riemen eine ununterbrochene Bewegung erhält. Das schneidende Quermesser $k^1$ ist an den Enden zweier Doppelhebel $k^3$ befestigt, welchen die Welle $k^2$ als Drehachse dient, und die von excentrischen

Fig. 908.



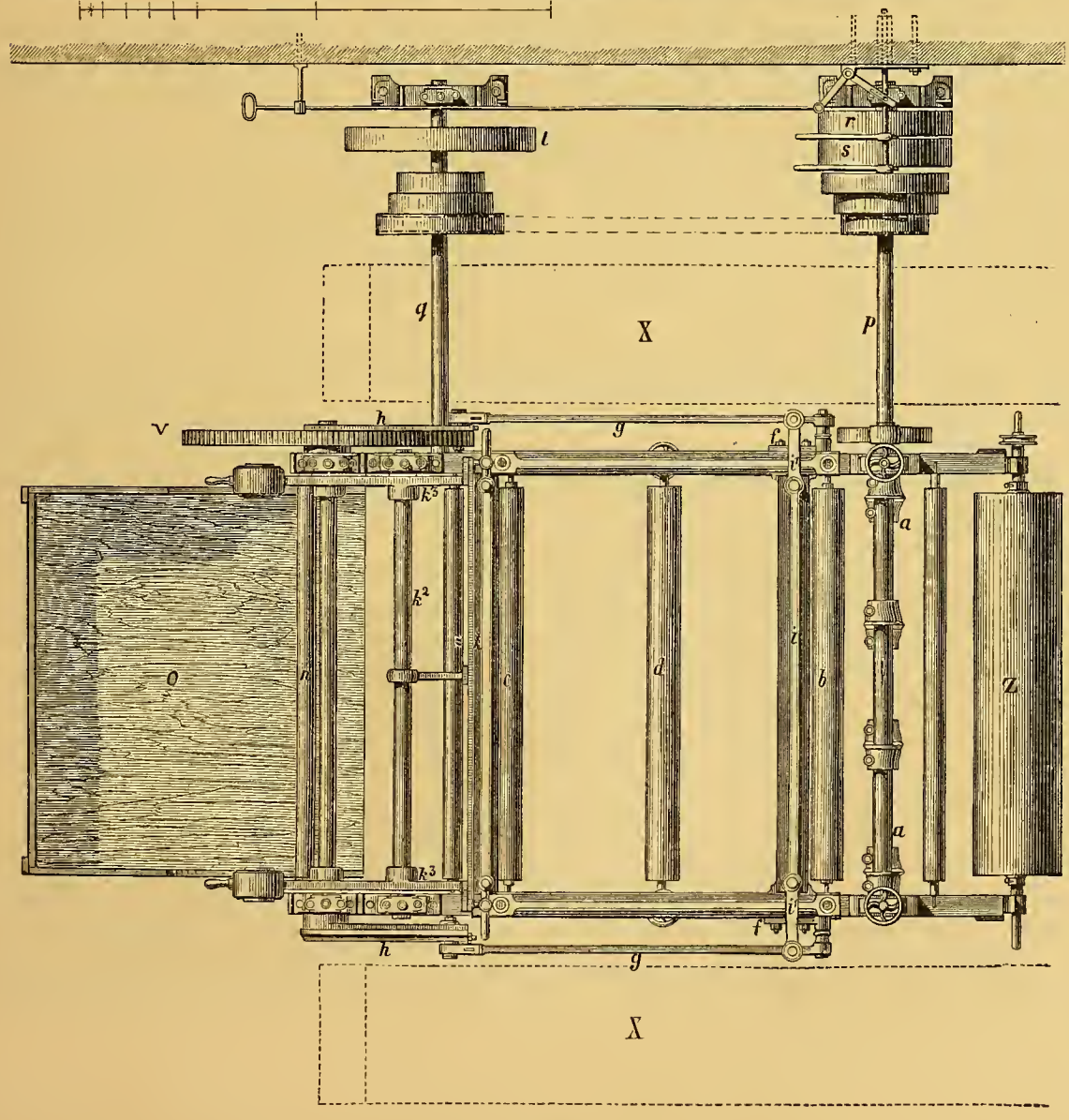




Fig. 909.

(ellyptischen) Scheiben auf der Kurbelwelle ihre Bewegung erhalten. Diese, in der Zeichnung unsichtbaren, Excenter sind so gestellt, dass das Messer $k^1$ niedergeht, während die Kurbeln $h$ die obere Hälfte ihres Kreises durchlaufen, während also die Traversen $f\,i$ leer zurückgehen. Damit das Messer $k^1$ einen Scheerenschnitt macht, damit also seine Schneide einen Winkel mit der waagrechten Schneide des Messers $k$ bildet, steht das Ende des rückseitigen Hebels $k^3$ — eines seiner Träger — höher als das seines vorderen Genossen. Am anderen Ende sind die Doppelhebel mit verschiebbaren Gewichten belastet, von welchen sie fest auf die excentrischen Scheiben gepresst werden.

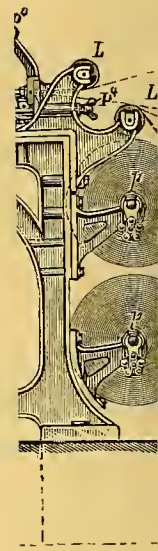
Der Querbalken, welcher das Messer $k$ trägt, bildet den unbeweglichen Theil einer Presse, deren bewegliche, wie $i$ gestaltete Hälfte mittels zweier, von den Doppelhebeln $k^3$ ausgehender Daumen gehoben ist, während das Papier vorgeschoben wird, die also auch mit $k^1$ niedergeht und das Papier festhält, während es abgeschnitten wird. Die Bogen werden von dem über $l\,m\,n$ laufenden Filze aufgenommen und auf dem Tische $O$ niedergelegt.

An den neuesten Verny'schen Maschinen sind die beiden, über $b\,c\,d\,e$ und $l\,m\,n$ gelegten Filze zu einem einzigen vereinigt, wodurch der besondere Antrieb der Walze $n$ erspart und eine Verbesserung erzielt ist. Wenn der über $l\,m\,n$ gespannte Filz, wie in unserer Zeichnung, ununterbrochen umläuft, kann es bei schwachem Papier vorkommen, dass er den darauf liegenden Bogen so kräftig vorwärts zerrt, dass dieser vollends abgerissen wird, nachdem die Messer den grössten Theil des Querschnitts vollendet haben. Wenn jedoch eine Verlängerung des Zuführungsfilzes an die Stelle des besonderen Abnahmefilzes $l\,m\,n$ tritt, so kommt dieser nur in Gang, wenn sich die Traverse $i$ vorwärts bewegt, wenn also der Bogen bereits völlig abgeschnitten ist.

Die Länge der geschnittenen Bogen entspricht dem Vorschub des Papiers und ist demnach genau gleich der doppelten Kurbellänge, wesshalb die Kurbeln behufs bequemeren Einstellens mit Maassstäben versehen sind. Um die Länge der Bogen zu verändern, hat man also nur nöthig, die verstellbaren Zapfen der Zugstangen $g$ mittels der Stellschrauben an die von dem Maassstabe angezeigte richtige Stelle zu bringen.

Die Arme der Presstraverse $i$, welche von den Zugstangen $g$ gehoben werden, und in gleicher Weise die Arme der zu $k$ gehörigen Presstraverse sind an den betreffenden Angriffspunkten mit Stellschrauben versehen, womit das rechtzeitige Festhalten und Loslassen des Filzes und Papiers geregelt werden kann. Da die beweglichen Theile der beiden Pressen nur durch ihr Gewicht wirken, sollte dieses nicht zu klein genommen werden. Während Verny die Presstraverse, welche das Papier beim Schneiden festhält, nur etwa 45 kg schwer nimmt, giebt ihr Schürmann ein Gewicht von 70 bis 80 kg, und der Zuführungspress-Traverse $i$ von 105 bis 130 kg.

Bei allen andern, dem Verfasser bekannten Querschneidern wird das Papier von Walzenpaaren vorgeschoben und während des Schneidens gehalten, und da bei solchen Walzenpaaren die Berührungsflächen sehr klein sind, wird auch das Papier nur mit geringer Reibung festgeklemmt, es gleitet daher bei der geringsten Veranlassung und verursacht unrichtige Schnitte. Die von Herrn Verny angewandten Pressen halten das Papier, wenn sie gut ausgeführt und schwer genug




Fi

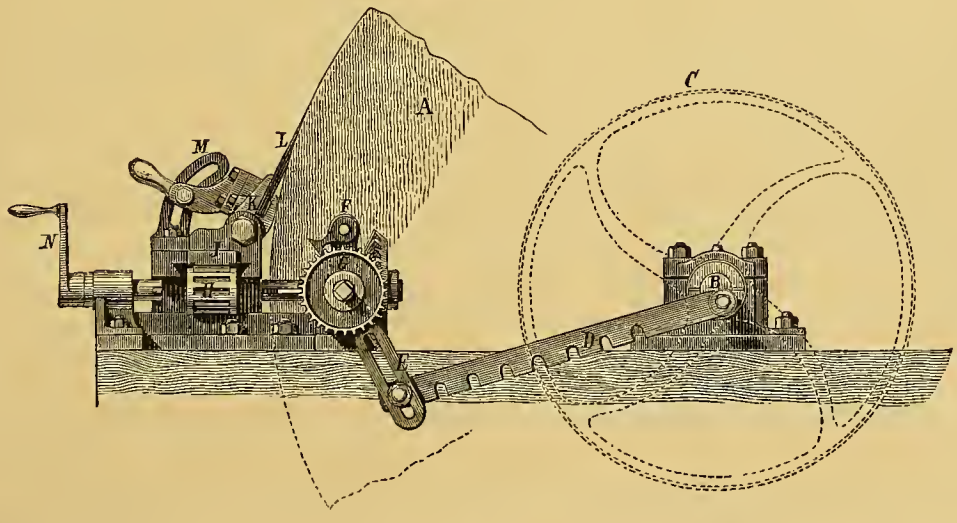
sind, schraubstockartig fest und vermeiden damit eine Hauptquelle der bei andern Querschneidern vorkommenden Unregelmässigkeiten.

Mit der hier gezeichneten Maschine können Bogen von jeder Länge zwischen 25 und 110 cm geschnitten werden, damit aber ihre Leistung stets ungefähr dieselbe bleibe, muss die Welle $q$ für lange Bogen langsamer und für kurze rascher laufen. Die Bewegung, welche zunächst der Welle $p$ durch die feste und lose Riemscheibe $r$ und $s$ ertheilt wird, pflanzt sich desshalb von $p$ auf $q$ durch Stufenscheiben fort. Die Welle $q$ setzt das grosse Zahnrad $v$ und damit die ganze Maschine in Bewegung, auch ist sie mit einem Schwungrad $t$ versehen, welches den Kurbeln $h$ über die todten Punkte weghilft.

Diese Maschine erfüllt alle Ansprüche, welche man an einen Querschneider stellen kann, sie ist von einfacher Bauart, hat keine feinen, reparaturbedürftigen Theile, schneidet genau, und zu ihrer Bedienung ist keine besondere Geschicklichkeit nöthig.

**363. Schleifmaschine für lange Schneidemesser.** Es ist sehr schwierig, ja beinahe unmöglich, ein langes Messer von Hand in solcher Weise auf der Oberfläche eines Schleifsteins hin und her zu führen, dass es genau gerade geschliffen wird. Herr W. R. Schürmann baute desshalb selbstthätige Schleifmaschinen, welche von ihm zum Schärfen der Messer von Querschneidemaschinen u. dergl. benützt wurden. Ein Aufriss der wesentlichen Theile der Maschine ist in Fig. 910 gegeben. Der Schleifstein $A$ ruht wie gewöhnlich mit seiner Welle $B$ auf den Seitenwänden des Troges und wird durch eine Riemscheibe $C$ getrieben. Von dem freien Ende der Welle $B$ aus wird durch einen Kurbelzapfen eine Stange $D$, Hebel $E$ und Sperrklinke $F$ in Bewegung gesetzt, welche durch die konischen Räder $G$ das Stirnrad $H$ drehen. Das Rad $H$ greift in die an der untern Seite des Schlittens $J$

Fig. 910.




befestigte Zahnstange und ertheilt dadurch dem Schlitten sowie dem darauf angebrachten Maul $K$ mit dem langen Messer $L$ eine ruckweise seitliche Verschiebung. Der Support, welcher das Zahnrad $H$ und den Schlitten $J$ trägt, ist nur etwa 52 cm

Fig. 911.

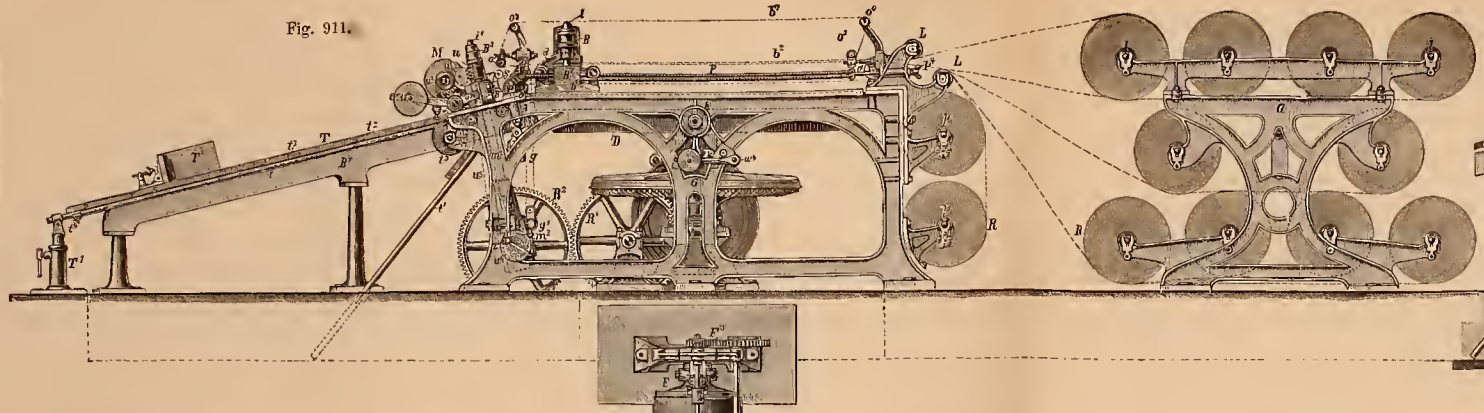


Fig. 912.

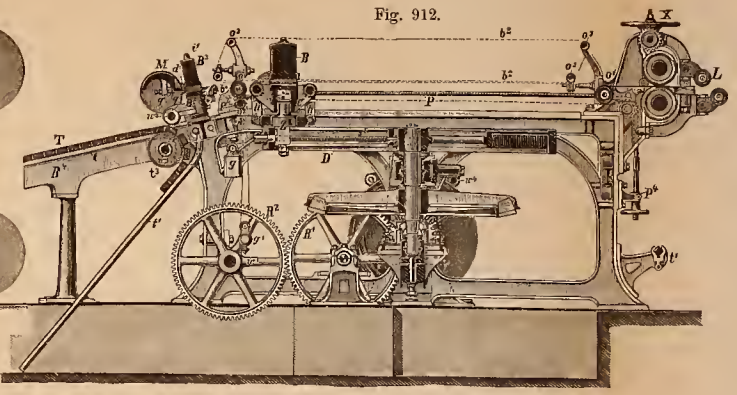


Fig. 913.

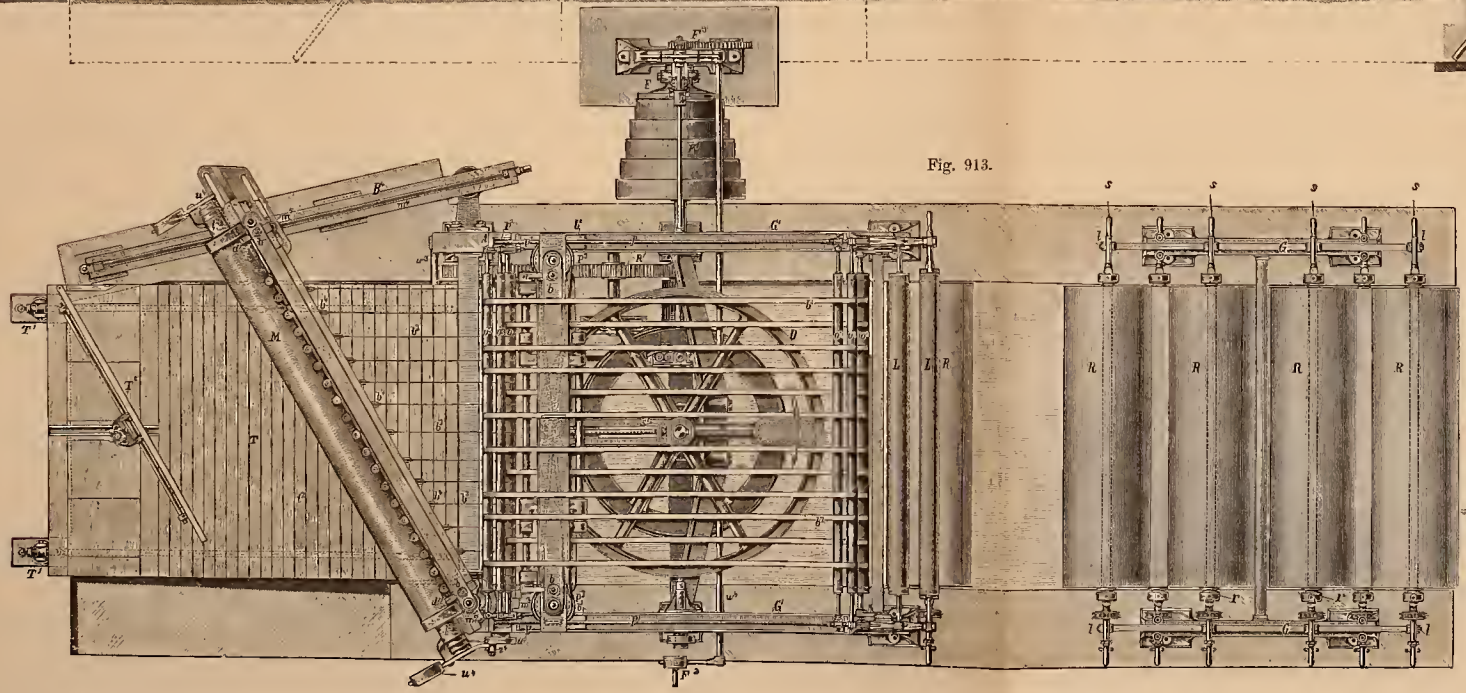
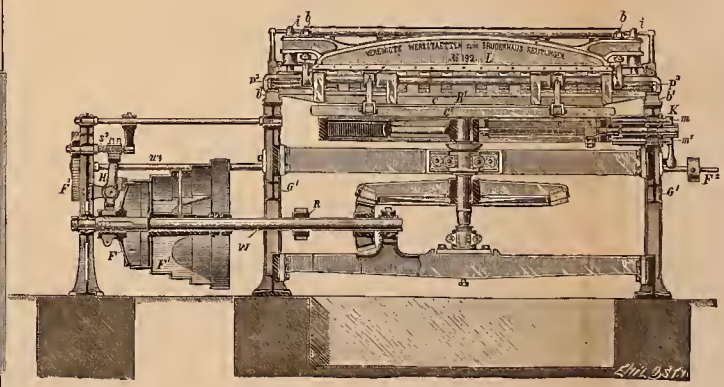


Fig. 914



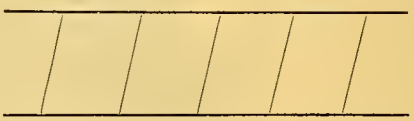
breit, während dem Maul $K$ und dem Schlitten eine Breite von mindestens 2 m und der Zahnstange die volle Länge der zu schleifenden Messer gegeben wird. Die beiden Lippen des Mauls, welche das Messer umklammern, werden von einer Anzahl Schraubenbolzen zusammengehalten, welche in Abständen von 15 cm unterhalb des Messers durchgehen, und da die Lippen gerade ausgehobelt sind, müssen sich selbst krumme Messer darin gerade ziehen. Je nachdem das Messer stumpfer oder schlanker beigeschliffen werden soll, neigt man das Maul durch Verstellen in dem Bogen $M$ mehr oder weniger gegen den Stein, und rückt den Support durch eine, nicht angegebene, Schraube von dem Stein oder gegen ihn.

Um die Bewegung des Messers hin- und hergehend zu machen, hat man nur die Sperrklinke $F$ bei seiner jedesmaligen Ankunft am Ende der Bahn nach der andern Seite zu werfen, zieht man aber den Betrieb von Hand vor, so setzt man die Klinke ausser Thätigkeit und dreht von der Kurbel $N$ aus. Den verschiedenen Durchmessern des Schleifsteins, also auch seiner Abnützung, ist dadurch Rechnung getragen, dass man ein längeres oder kürzeres Stück der Stange $D$ einhaken kann. Durch Versetzen des Angriffspunktes der Stange $D$ in dem Schlitz des Hebels $E$ lässt sich die Wurfweite der Sperrklinke $F$ und damit die Länge der, bei jeder Umdrehung der Welle $B$ stattfindenden Verschiebung des Messers $L$ regeln.

Die Vorrichtung hält den Schleifstein stets frei von Schlag und soll, bei untadelhafter Arbeit, nur einen Knaben zur Bedienung brauchen.

**364. Querschneider nach Verny mit Schrägschnitt.** Für manche Zwecke, besonders für Briefumschlag-Fabrikation, muss das Papier in Bogen mit spitzen Winkeln geschnitten werden. Dieser sogenannte Diagonalschnitt wurde früher von Hand an vom Haspel genommenem Papier ausgeführt. Die Mühe und die vielen Abfälle, welche dies verursachte, machten eine Schrägschneidemaschine wünschenswerth. Jos. Eck & Söhne in Düsseldorf, welche sich besonders auf Betreiben der Firma Heinr. Aug. Schoeller Söhne in Düren mit dem Bau einer solchen Maschine beschäftigten, erhielten 1879 das Patent Nr. 6008 auf die schliesslich gefundene Bauart. Die ersten darnach ausgeführten Maschinen wurden 1878 bei der erwähnten Dürener Firma aufgestellt und sollen jetzt (1891) noch befriedigend arbeiten.

Seitdem haben viele Maschinenfabriken eigene Schrägschneider ausgeführt, die in Einzelheiten von einander abweichen, bei denen aber stets die Messer des Verny'schen Querschneiders so gestellt werden können, dass die Schnitte unter beliebigem Winkel, schräg zur Papierbahn, wie nebenstehend skizzirt, erfolgen.



In Figg. 911, 912, 913, 914 auf Tafel IX ist beispielsweise ein solcher von den Vereinigten Werkstätten zum Bruderhaus in Reutlingen, Württemberg, gebauter Querschneider in Aufrissen und Grundriss in 1 : 25 der wahren Grösse dargestellt. Die zu schneidenden Papierrollen $R$ werden in Lager $l$ des freistehenden Gestells $G$ und in Lager $l^1$ gelegt, welche an das Gestell $G^1$ geschraubt sind. Die von den 12 oder weniger Papierrollen $R$ ablaufenden Bahnen werden über Leitwalzen $L$ weg in die Förderpresse $B\,B^1$ gebracht, deren oberer Pressbalken $B$ bei seinem Auf- und Niedergang von senkrechten Bolzen $i$ des unteren Balkens $B^1$

geführt wird. Auf den Rollstangen $s$, Fig. 913, von quadratischem Querschnitt sitzen runde Holzhülsen, die von Stellringen $r$ festgestellt sind. Alle Rollstangen $s$ lassen sich in ihren Lagern verschieben, damit man alle Papierbahnen stets in die Mitte der Maschine und genau übereinander bringen kann. Wenn der Querschneider mit Längsschnitt versehen ist, dient diese Verstellung dazu, die seitlichen Abschnitte auf das geringste Maass zu beschränken. Die Einrichtung zur Verstellung der Rollstangen $s$ ist in Figg. 915, 916, 917 in 1 : 5 der wahren Grösse besonders dargestellt. In jede Rollstange $s$ ist ein Hals $n$ gedreht, in dem sie von einem

Fig. 915.

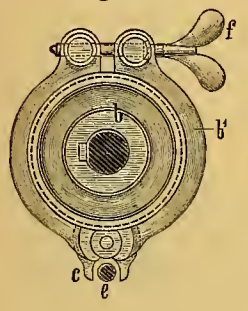



Fig. 916.

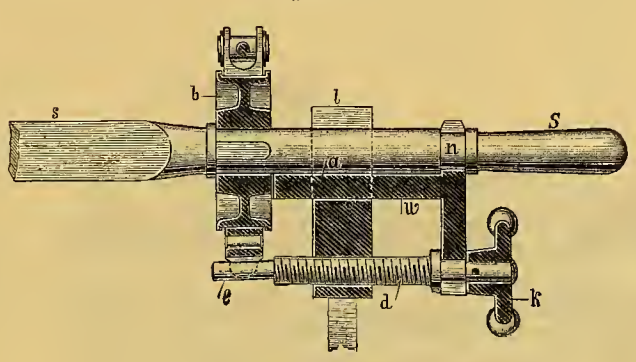
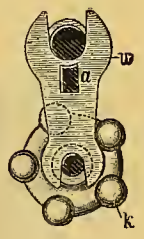



Fig. 917.




Stellwinkel $w$ gefasst wird, dessen waagrechter Schenkel in einem Lagerausschnitt $a$ geführt ist. Dieser Winkel $w$ kann vom Knopfrädchen $k$ mit der in einem Ansatz des Lagers $l$ laufenden Spindel $d$ verstellt werden. Um das glatte Ende $e$ der Spindel $d$ greifen Verlängerungen $c$ der mit Leder gefütterten Bremsbacken $b^1$, Fig. 915, welche mit der Flügelschraube $f$ zusammengezogen werden, dadurch Reibung auf der Bremsscheibe $b$ hervorbringen und das abrollende Papier gespannt erhalten. Das glatte Ende $e$ der Spindel $d$ verhindert die Bremsbacken $b^1$ sich zu drehen.

Die Förderpresse $B\,B^1$, Tafel IX, welche die Papierbahnen erfasst, wird in geschlossenem Zustand so weit nach dem andern Ende des Gestelles $G^1$ geführt, dass die zurückgelegte Strecke genau die Länge des gewünschten Bogens ausmacht. Dies wird durch das waagrechte Schwungrad $D$ bewirkt, dessen Kurbelzapfen $Z$, Fig. 912, in die untern Backen des Pressbalkens $B^1$ greift, diesen mitnimmt und dabei auch in dem Balken $B^1$ hinüber und herüber gleitet. Der geschlitzte Arm des Schwungrads $D$ trägt eine in der Zeichnung weggelassene Maasstheilung, nach welcher der Zapfen $Z$ auf der Spindel $s^1$ so gestellt wird, dass er um die halbe Bogenlänge vom Mittelpunkt des Schwungrads absteht. Die Spindel $s^1$ wird zu diesem Zweck bei der in Fig. 914 gegebenen Stellung mit Hilfe eines Kurbelschlüssels mit langem Stift gedreht.

Kleine Ungenauigkeiten, die hierbei vorkommen, können während des Betriebs der Maschine mit Hilfe der aus Fig. 914 erkennbaren und in Figg. 918 und 919 in 1 : 5 der wahren Grösse dargestellten Einrichtung berichtigt werden

Dies geschieht, indem man die Kappe $k$ mit ihrem Gewichtsgriff nach links oder rechts dreht und mit den ansteigenden Widerlagsflächen der Kreisnuth $n^1$ entweder den oberen Stift $m$ oder den unteren $m^1$ so weit vorschiebt, dass sein vorderes Ende in der Bahn des auf Spindel $s^1$ sitzenden Sternrädchens $r$ steht. Bei jeder Drehung des Schwungrads $D$ stösst dann das Sternrädchen $r$, wie in Fig. 919 gezeigt, gegen Stift $m$ oder $m^1$ und wird bei seinem Fortgang um einen Zahn gedreht. Man lässt diese langsame Drehung des Rädchens $r$ und der Spindel $s^1$ andauern, bis die Bogen genau die gewünschte Verlängerung oder Verkürzung erfahren haben. Dann überlässt man es dem Gewichtshebel, die Kappe $k$ in ihre Ruhestellung zurückzuführen, wobei dann auch der vorgerückte Stift von einer eingelegten Spiralfeder zurückgezogen wird.

Fig. 918.

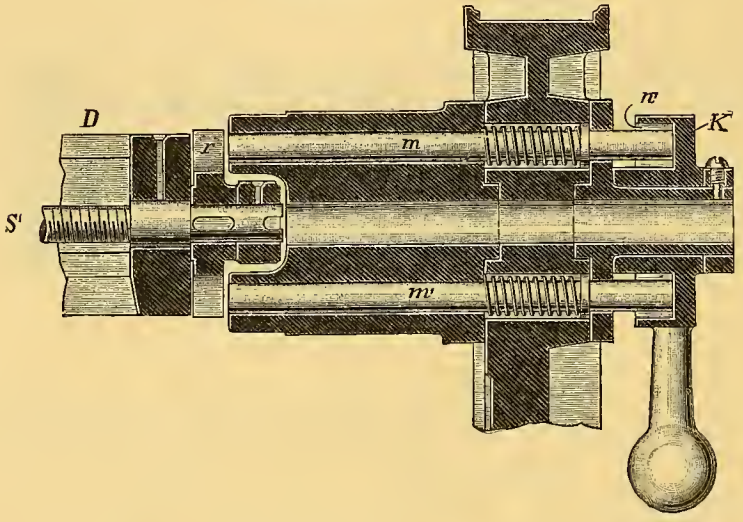
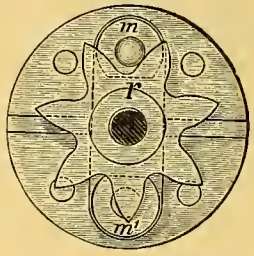
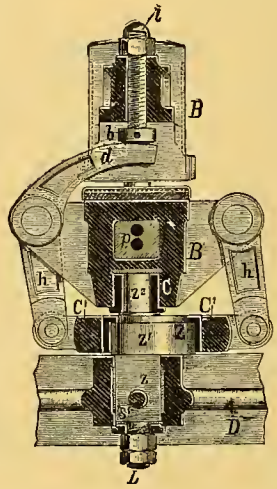



Fig. 919.




In Figg. 920 und 921 ist in 1 : 10 der wahren Grösse die auch aus Fig. 911 erkennbare Einrichtung dargestellt, welche bewirkt, dass sich die Förderpresse am Ende ihrer Laufbahn öffnet und bei Beginn ihres Weges wieder schliesst, dass also der obere Pressbalken $B$ genau zu rechter Zeit gesenkt wird, das Papier um eine Bogenlänge fortführt, dann aber auch genau zur rechten Zeit sich hebt und zurückgeht, ohne das Papier zu berühren.

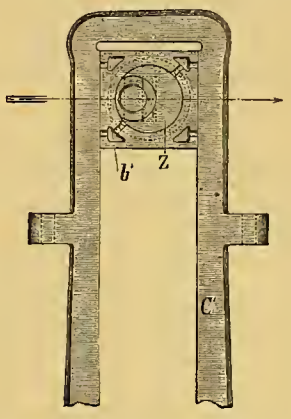
Fig. 920.




Der Kurbelzapfen $Z$, welcher dem unteren Pressbalken $B^1$ seine Bewegung ertheilt, gleitet während jeder Drehung des Schwungrads $D$ nicht nur mit seinem oberen Ende $Z^2$ in den unteren Backen des Pressbalkens $B^1$ hin und her, sondern auch mit dem excentrischen Theil $Z^1$ im Rahmen $C^1$, welcher durch Hebel $h$ mit Daumen $d$ den oberen Pressbalken $B$ hebt und sinken lässt. Das mit Metallbüchse versehene Excenter $Z^1$ ertheilt dem Rahmen $C^1$ eine solche Verschiebung nach vor und rückwärts, dass

die Hebedaumen $d$ zu rechter Zeit unter die stellbaren Schrauben $b$ des oberen Pressbalkens $B$ fassen und denselben heben. In der vordern und hintern Endstellung fällt die Mitte der Presse mit der des Rahmens $C^1$ zusammen, die Hebel $h$ stehen senkrecht, und die Daumen $d$ berühren eben die Schrauben $b$. In der vordern Endstellung beginnt das Abheben des Pressbalkens $B$, in der hintern das Aufsitzen. Auf dem Rückweg wird der Rahmen $C^1$ verschoben, die Hebel $h$ nehmen die in Figg. 912 und 920 gezeichnete Stellung ein, Pressbalken $B$ bleibt gehoben. Auf dem Vormarsch stehen die Hebel nach der andern Seite schief, die Daumen $d$ haben sich soweit gesenkt, dass sie die Schrauben $b$ garnicht mehr berühren, der Pressbalken $B$ sitzt also vollständig auf, die Presse ist geschlossen.

Fig. 921.




Der Kurbelzapfen $Z$, welcher den untern Pressbalken $B^1$ vor- und zurückführt, gleitet dabei quer zum Papierlauf hin und her, fasst also den Balken $B^1$ fortwährend an einer andern Stelle und hat um so mehr das Bestreben, $B^1$ aus seiner winkelrechten Lage zu zwängen, je weiter der Angriffspunkt von der Mitte entfernt ist. Es wäre daher unvermeidlich, dass die Gleitköpfe $b^1$ in ihren gehobelten Führungen eckten und sich klemmten, wenn dies nicht durch eine Parallelführung verhindert wäre. Dieselbe besteht aus zwei in $A$, Tafel IX, am Gestell links befestigten Seilen $p\,p^1$, welche über Seilbrücken $p^2$ zur Förderpresse $B\,B^1$ laufen. In dem untern, für deren Durchgang durchbrochenen Pressbalken $B^1$ laufen die Seile $p\,p^1$ über Seilrollen $p^3$ aus und ein und kreuzen sich in der Mitte so, dass das links bei $A$ befestigte Seil $p$ auf der rechten und das rechts befestigte $p^1$ auf der linken Seite nach dem Gestell-Anfang läuft. Dort endet jedes Seil in einer Spannschraube $p^4$, die bei Fig. 911 unmittelbar im Träger der Leitwalzen $L$, bei Fig. 912 aber am Gestell selbst angebracht ist, weil hier der Längsschneider $X$ den oberen Raum in Anspruch nimmt. In Fig. 912 ist nämlich gezeigt, wie ein Längsschneider mit dem Querschneider verbunden werden kann. Die von den Spannschrauben $p^4$ gespannt erhaltenen Seile $p\,p^1$ sorgen dafür, dass der untere Pressbalken $B^1$ gerade geführt wird und sich nicht klemmt.

Das Papier, welches auf den Rollen stark gekrümmt ist, hat die Neigung, sich bei der Fortführung durch Presse $B\,B^1$ wieder zu krümmen. Da solche Krümmungen und Krümmungsversuche genaues Durchschneiden erschweren, so werden die aufeinanderliegenden Papierbahnen zwischen oberen und unteren Führungsbändern $b^2$ gefasst. Die unteren Bänder laufen über die Walzen $o\,o^1$ und das mit Erhöhungen versehene Wälzchen $o^2$, Fig. 912, gehen vorwärts über der dünnen Kautschukplatte hin, welche den unteren Pressbalken $B^1$ bedeckt, und auf dem Rückweg durch Aussparungen im untern Theil dieses Balkens. Jedes Band $b^2$ wird durch angehängte Gewichte $g$ gespannt erhalten. Die Enden der oberen Bänder sind an dem oberen Pressbalken $B$ befestigt und gehen beim Vor- und Rücklauf über Wälzchen $o^3$.

Aus der Förderpresse geht das Papier in die aus einem unteren Pressbalken $B^2$ und einem oberen in Stiften $i^1$ geführten Pressbalken $B^3$ bestehende Schnittpresse

und zwischen die daran befestigten Schneidmesser. Diese Presse muss, wenn man schrägschneiden will, unter dem gewünschten Winkel eingestellt werden, wie aus Fig. 913 ersichtlich, und dadurch entsteht zwischen ihr und der Förderpresse $B\,B^1$ ein offener Raum von veränderlicher Grösse, der durch Schnüre $b^3$ überbrückt wird. Diese Schnüre laufen über Röllchen $b^4$, welche dreh- und verschiebbar am unteren Balken $B^2$, Figg. 911 u. 912, der Schnittpresse angebracht sind, sowie über die Walzen $o$ und $o^2$, und werden jede für sich durch Gewichte $g^1$ gespannt erhalten.

Während die Förderpresse $B\,B^1$ Papier zuführt, bleibt die Schnittpresse $B^2\,B^3$ geöffnet, sobald aber $B\,B^1$ ihren Vorlauf beendet hat, geht der Pressbalken $B^3$ herab, hält durch sein Gewicht das Papier auf $B^2$ fest und hebt sich erst wieder, wenn die Förderpresse wieder mit der Zuführung beginnt.

Der untere Pressbalken $B^2$ trägt nicht nur den oberen $B^3$, sondern auch den Schneidmesserbalken $M$, und alle drei zusammen können sich um die Arbeitsstange $m^2$, d. i. die Stange des Schnittexcenters $m^3$ drehen. Dadurch wird erreicht, dass die Arbeit immer in gleicher Weise vor sich geht, gleichviel, ob die Schnittpresse senkrecht oder unter beliebigem Winkel zur Papierbahn steht. Die Drehung wird mit aufgesetzter Kurbel durch eine im Tragbalken $B^4$ liegende Spindel $m^4$, Fig. 913, bewirkt, deren Mutter eine der Schrauben $m^5$ bildet, welche die Schnittpresse mit dem Balken $B^4$ verbinden. Die Stange $m^2$ des Excenters $m^3$ trägt am oberen Ende ein nahezu halbcylindrisches Zahnsegment $u$, Fig. 911, in welches ein zweites mit dem Messerbalken $M$ fest verbundenes Zahnsegment $u^1$ greift. Diese beiden Segmente bewirken, dass die Excenterstange $m^2$ bei ihren Auf- und Niedergängen den Messerbalken $M$ in jeder Stellung mitnimmt, wobei derselbe, da er am andern Ende frei schwebt, etwas schwankt. Er ist, um möglichst steif zu sein, halbcylindrisch geformt und trägt, gut befestigt und einstellbar, das Schneidmesser $q$, Fig. 912, welches mit dem auf dem Pressbalken $B^2$ befestigten Stockmesser $q^1$ eine Scheere bildet. Ausserdem trägt der Messerbalken $M$ die beiden zum Heben des oberen Pressbalkens $B^3$ dienenden Daumen $d^1$, welche wie bei der Förderpresse unter einstellbare Schrauben ($b$ in Fig. 920) greifen.

Während $B\,B^1$ die Papierbahnen vorschiebt, ist der obere Balken der Schnittpresse und der Messerbalken gehoben. Sobald aber die Förderpresse den Rücklauf antritt, ist Excenterstange $m^2$ schon soweit herabgegangen, dass sich der obere Balken $B^3$ auf den untern $B^2$ setzt. Bei weiterer Drehung des Excenters $m^3$ wird auch der Messerbalken $M$ herabgezogen und das Papier in Bogen geschnitten, die sich von selbst auf den Tisch $T$ legen. Sobald die Förderpresse wieder vorgeht, sind auch Balken $B^3$ und $M$ wieder gehoben.

Das Schnittmesser $q$ wird beim Rückgang etwas vom Stockmesser $q^1$ zurückgezogen, damit es dieses nicht streift und sich dadurch abnützt, sowie auch zur Vermeidung des gellenden Geräusches, welches beim Aneinanderstreifen der leeren Messer entsteht. Der Messerbalken $M$ ruht zu diesem Zweck auf excentrisch abgedrehten Zapfen $z^3$, Fig. 911, welche ausserhalb der Lager $l^2$ Zahnsegmente $u^2$ tragen, die von eingreifenden Segmenten $u^3$ etwas gedreht werden und durch die Excentrizität der Zapfen $z^3$ im Augenblick des Vorübergleitens des Messers $q$ schwaches Zurückgehen des Messerbalkens $M$ bewirken. Die unter dem Messerbalken durchgehende Welle $w^2$, auf welcher die Zahnsegmente $u^3$ sitzen, trägt an beiden Enden Gewichtshebel $u^4$, von denen der auf der Führerseite als Doppel-

hebel ausgeführt ist. Am kürzeren, kein Gewicht tragenden Ende dieses Hebels ist eine Kette $u^5$ befestigt, deren anderes Ende mit dem Kurbelzapfen $z^4$ verbunden ist. Dieser Zapfen $z^4$ ist auf einer kleinen Kurbelscheibe $u^6$, am Stirnende der Excenterwelle $w^1$, Fig. 912, so gestellt, dass er beim Rückgang des Messerbalkens $M$ die Kette spannt und etwas nach unten zieht. Die Kette dreht dann durch den Gewichtshebel $u^4$ die Welle $w^2$, von welcher die Drehung durch die Segmente $u^2$ $u^3$ auf die excentrischen Zapfen $z^3$ übertragen wird und die kleine Verschiebung des Messerbalkens $M$ bewirkt. Sobald der Balken $M$ weit genug gehoben ist, hat sich auch Kurbelscheibe $u^6$ so weit gedreht, dass Kette $u^5$ wieder schlaff wird. Dann treten die Gewichtshebel $u^4$ in Wirksamkeit und führen durch die Segmente $u^2$ $u^3$ den Messerbalken und das Schnittmesser in die frühere Lage zurück.

Die Welle $w^1$ des Schnittexcenters, welches die Schneide-Einrichtung bewegt, erhält ihren Antrieb von der Welle $W$ aus durch Vermittlung der Stirnräder $R$, Fig. 914, $R^1$ $R^2$, Figg. 911, 912.

Der Ablegetisch $T$, welcher auf Rundeisenstangen $t$ ruht und die abgeschnittenen Bogen aufnimmt, lässt sich mit den Stellböcken $T^1$ in jede geeignete schräge Lage bringen. Der untere Theil des Tisches, auf welchem der Anschlagwinkel $T^2$ für die Bogen verstellt werden kann, besteht aus ineinander gefügten Brettern, der anschliessende obere Theil aber aus Latten $t^2$, welche unten auf gemeinsamen Gurten befestigt sind und sich über die Tragstangen $t$ und Scheiben $t^3$, welche auf Welle $w^3$ sitzen, wegschieben lassen. Die Rundeisenstangen $t$ sind am oberen Ende so gebogen, dass sie die Rundung der Scheiben $t^3$ haben und als Stützstangen $t^1$ dienen zu weiterer Aufnahme der übergeschobenen Latten $t^2$. Der Tisch wird mit Klemmschrauben der Führungslager $t^4$ festgestellt.

Der Querschneider wird gewöhnlich von einem Decken-Vorgelege angetrieben, welches mit einem Riemen die Stufenscheibe $F^1$ in Bewegung setzt. Diese ist aber nicht auf die Welle $W$ gekeilt, sondern kann dieselbe nur durch Vermittlung der leicht auslösbaren Reibungskupplung $F$ mitnehmen. Das Ein- und Ausrücken dieser Kupplung erfolgt von der Bedienungsseite durch den mit Gewicht versehenen Handhebel $F^2$ durch Vermittlung der Welle $w^4$, Stirnräder $F^3$, Spindel $s^3$, Fig. 914, und Ausrückhebel $H$. Die waagrechte, von der Stufenscheibe $F$ bewegte Antriebswelle $W$ treibt durch Kegelräder das waagrechte Schwungrad $D$ und, wie schon erwähnt, vom Stirnrad $R$ aus die Schnittexcenterwelle $w^1$.

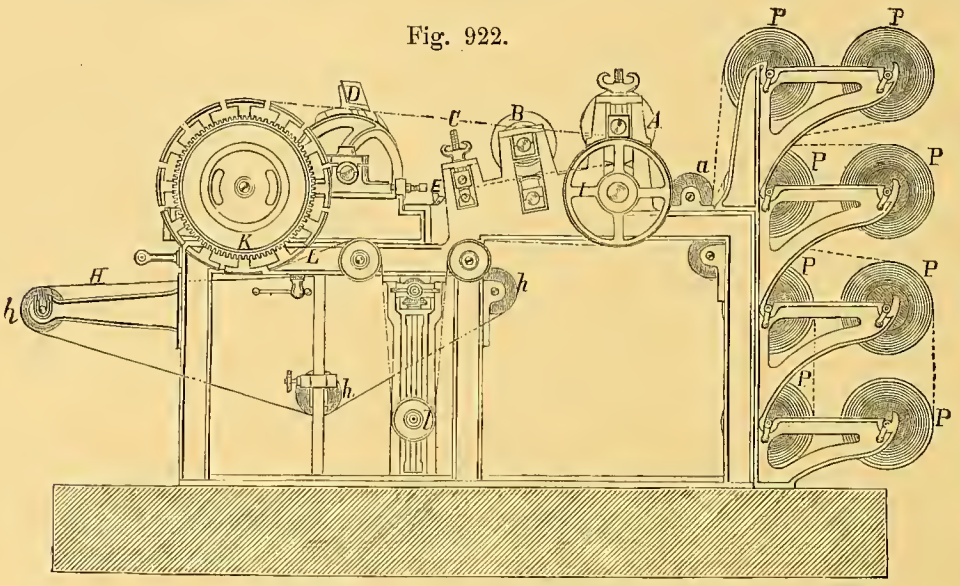
Die Seitenständer $G$ $G^1$ sind durch Querstangen fest miteinander verbunden. Da die bewegten Theile meist innerhalb des Gestells liegen, so bieten sie wenig Gefahr für die Arbeiter.

Die Antriebwelle $W$ macht 36 bis 130 Umdrehungen, und die Messer schneiden 12 bis 24 mal in der Minute.

Schneidmaschinen dieser Art werden von vielen anderen Maschinenfabrikanten mit theilweise erheblichen Abweichungen gebaut. Bei den von Joseph Eck & Söhne in Düsseldorf gebauten Verny-Eck'schen Querschneidern, die sich in vielen Punkten von den vorstehend beschriebenen unterscheiden, ist der obere und untere Pressbalken mit durch Walzenprägung gerauhtem Gummi belegt, damit das Papier besser festgehalten wird und nicht gleiten kann.

**365. Englischer Querschneider.** In Grossbritannien haben die in Amerika und auf dem europäischen Festland gebräuchlichen Querschneider wenig Verbreitung erlangt. Die englischen Querschneider sind von jenen grundverschieden, wie jeder Fachmann beim Besuch britischer Papierfabriken sofort bemerkt. Der in Figur 922 in Aufriss in 1 : 25 der wahren Grösse dargestellte Querschneider von James Bertram & Sons in Edinburgh kann als Vertreter der dort üblichen Gattung gelten. Von den 8 Papierwalzen *P* oder einer beliebig kleineren Zahl derselben wird das Papier unter der Leitwalze *a* durch zwischen die Speisewalzen *A* gebracht, die es erfassen und mit der gewünschten Geschwindigkeit weiterbefördern. Zunächst gelangt es zwischen die Kreismesser *B*, welche der Länge nach schneiden, dann zwischen die Sammelwalzen *gathering rolls C* und wird zwischen dem festen Messer *E* und dem kreisenden *D* quer durchgeschnitten. Die Bogen fallen auf den von Knaben oder Mädchen bedienten, über Walzen *h* laufenden Ablegefilz *H*.

Fig. 922.

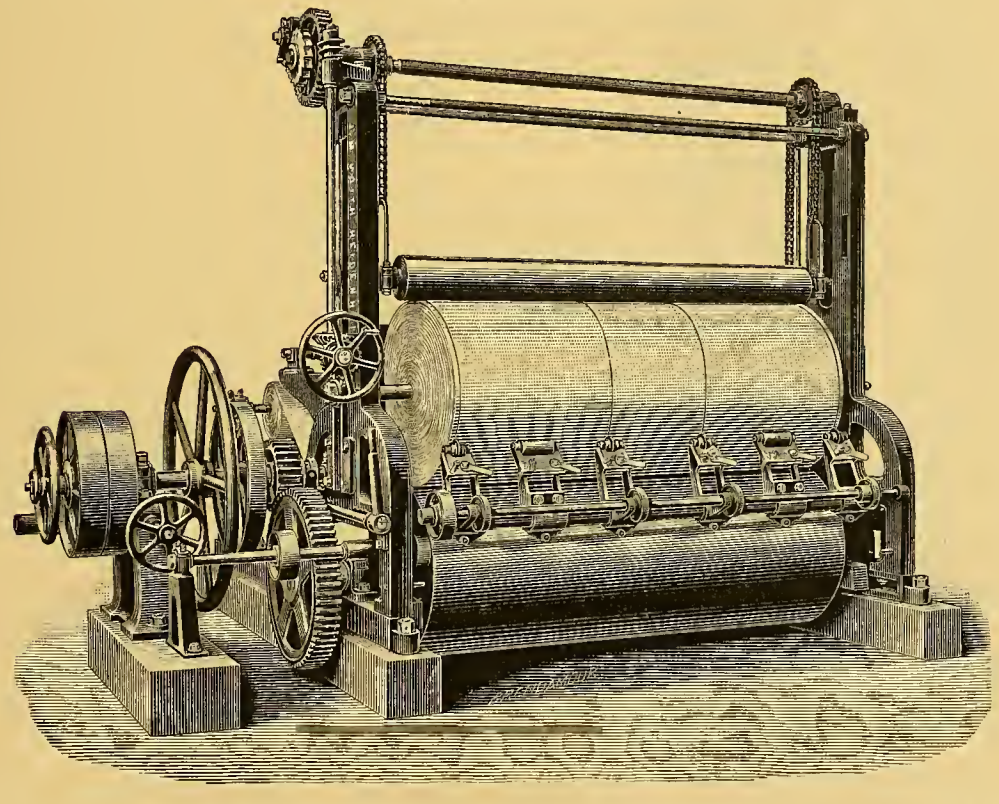



Die Länge der Bogen hängt davon ab, wie viel Papier über das Messer *E* weggeführt wird, ehe *D* einen Kreislauf vollendet hat und wieder schneidet. Die Geschwindigkeit der Speisewalzen *A*, welche das Papier zuführen, kann desshalb durch Auswechseln der Riemscheibe *I* verändert werden. Wenn es sich nur um geringe Abänderung der Bogenlänge handelt, wird diese durch Vermehrung oder Verminderung der Umdrehungen des kreisenden Messers *D* bewirkt, welches seinen Antrieb durch Stirnräder von der Ausdehnungs-Riemscheibe *K* erhält. Riemscheibe *K* wird von *I* aus durch einen Riemen *L* in Bewegung gesetzt, den man bei Ausdehnung und Zusammenziehung von *K* mit der verstellbaren Rolle *l* stets in richtiger Spannung erhält. Da das Papier während des Schnitts eine kurze Strecke weiter läuft, so muss ein Ende des Messers *E* um soweit gegen das andere vorstehen, als diese Vorwärtsbewegung beträgt, d. h. Messer *E* steht unter einem Winkel zur Papierbahn, der nach Bedarf verändert werden kann. Das bewegliche Messer *D* wird auch diesem Winkel angepasst, macht also stets einen

Scheerenschnitt. Durch Regelung der Geschwindigkeit des Messers $D$ kann man die Papierlängen bis nahe auf 1 mm ($^1/_{16}$ Zoll) genau erhalten. Der Querschneider kann bis 100 Fuss Länge Papier in der Minute schneiden.

**366. Aufroll-Maschinen.** Seite 780 sind die besonderen Roller erwähnt, welche dazu dienen sollen, das in Rollen von der Papiermaschine genommene Papier in festere, grössere Rollen zu wickeln, die sich zum Versandt und zur Verarbeitung auf Zeitungs-Druckpressen eignen. C. Th. Bischof, früher Direktor der Papierfabrik Schlöglmühl bei Gloggnitz, N.-Oesterreich, erfand den seinen Namen tragenden Roller, mit dem die von der Fabrik Schlöglmühl 1873 zu Wien ausgestellten Papierrollen schon gewickelt waren. Der Bau dieser Maschinen ist seit vielen Jahren der Maschinenfabrik von J. M. Voith in Heidenheim a. Brenz, Württemberg, übertragen, welche dieselben weiter vervollkommnet hat. Fig. 923 giebt ein perspektivisches Bild des Rollers mit beinahe fertiger Papierrolle. Figg. 924 und 925 zeigen in 1:25 der wahren Grösse die 1891 ausgeführte Bauart.

Fig. 923.



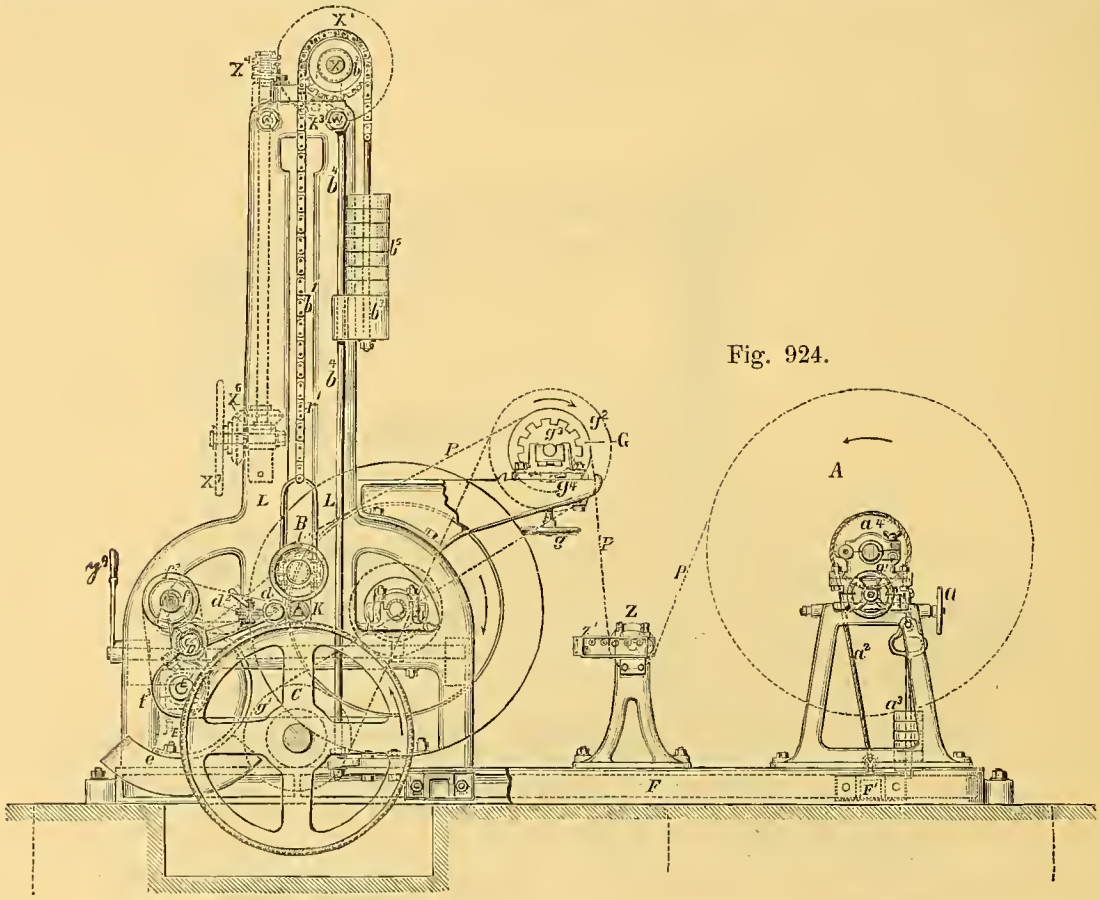
Die von der Papiermaschine kommende Papierrolle wird bei $A$ aufgelegt. Die abrollende Papierbahn $P$ geht unter der Zählwalze $Z$ durch, über Führungswalze $G$ über oder unter die Belastungswalze $B$ und rollt sich auf eine unter dieser liegende Keilwelle $K$, von der Seite 796, Fig. 684 beschriebenen Art. Die Abrollwelle $A$ liegt in Aufklapplagern, von denen sich eines mit Spindel und Handrad $a$ in der Richtung des Papierlaufs und mit Spindel $a^1$ in der Richtung der Welle verschieben lässt. Das an einer Querschiene $F^1$ des Fundamentrahmens $F$ befestigte

Seil $a^2$ ist ein- oder mehrmals um die Trommelscheibe $a^4$ gewickelt und am andern Ende mit Gewichten $a^3$ belastet, um die Welle $A$ zu bremsen und das abrollende Papier gespannt zu erhalten.

Die Zählwalze $Z$ ist auf einen bestimmten Umfang, hier 0,5 m, genau abgedreht und durch Zahnrädchen mit dem Zählwerk $z^1$ so verbunden, dass dieses die Länge der aufgerollten Papierbahn in Metern angiebt. (Vergl. Seiten 798/9.)

Die Führungswalze $G$ kann in einem ihrer Lager mit Spindel und Handrad $g$ höher oder tiefer gestellt werden. Je nach Art des aufzurollenden Papiers treibt man $G$ durch Riemscheiben $g^1$ $g^2$ mit gekreuztem Riemen von der Welle des Tragcylinders $C$ aus entgegen dem Lauf des Papiers, oder lässt Walze $G$ ohne Riemen laufen, so dass sie vom Papier mitgenommen wird, oder stellt sie fest, indem man

Fig. 924.

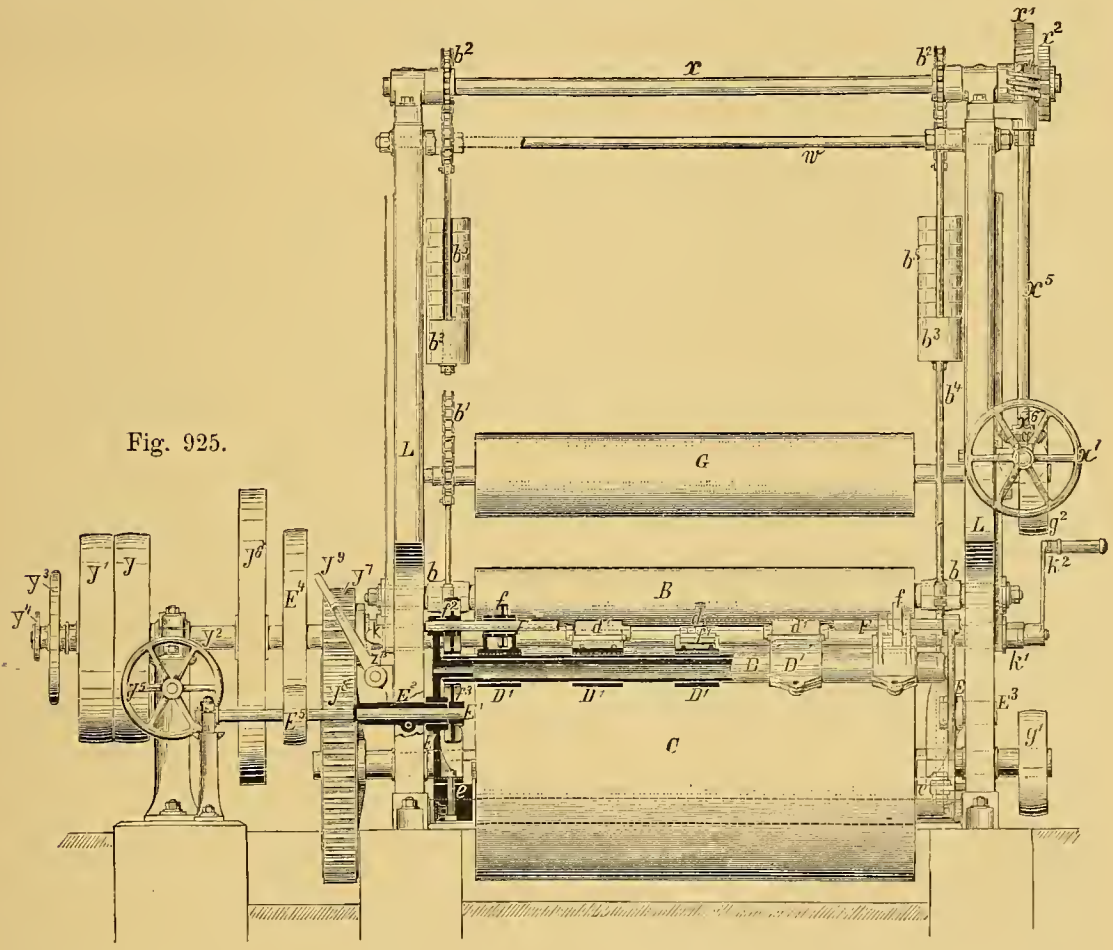


in eine Aussparung der auf der Walzenwelle sitzenden Zackenscheibe $g^3$ einen auf dem Lagerträger ruhenden Einstecker $g^4$ schiebt.

Die Keilwelle $K$, welche das Papier aufnimmt, hat ihre Führung in den Schlitzen der Gestelle $L$, in welche die an ihren beiden Enden sitzenden Muttern $k$ $k^1$, Fig. 925, genau passen. Mutter $k$ wird mittels Schlüssels gedreht und das Mittelstück der dreigetheilten Welle von der Kurbel $k^2$ regiert. Die Keilwelle $K$ hat keinen eigenen Antrieb, sondern wird durch Reibung von dem Tragcylinder $C$ mitgenommen. Je mehr Papier sich auf $K$ wickelt, desto mehr wächst ihr Durch-

messer, und desto höher steigt sie in dem Gestell $L$. Mit ihr hebt sich auch die in gleichen Führungen laufende Belastungswalze $B$, welche gleichmässiges Festwickeln bewirkt, ohne dass das Papier zu sehr gespannt werden muss. Um nach Belieben mehr oder weniger fest wickeln zu können, wie es der Zweck und der Umfang der Papierrolle auf $K$ erfordert, muss man den von der Walze $B$ geübten Druck vermindern und nöthigenfalls ganz aufheben können. Dies geschieht dadurch, dass $B$ mit ihren Lagern $b$ in Gelenk-Ketten $b^1$ hängt, die über Kettenräder $b^2$ laufen und am anderen Ende mit Gewichten belastet sind. Die unteren Gewichte $b^3$ $b^3$ werden bei ihrem Auf- und Niedergang von Stangen $b^4$, Fig. 924, geführt, und kleinere mit Schlitzen versehene Gewichte $b^5$ lassen sich leicht auf diese legen und

Fig. 925.



wegnehmen. Auf der Welle $x$, welche die Kettenräder trägt, sitzt auch das Schneckenrad $x^1$, welches durch Vermittlung der Schnecke $x^4$, der senkrechten Welle $x^5$ und Kegelräder $x^6$ vom Handrad $x^7$ aus gedreht werden kann. Man bedient sich dieser Einrichtung, um die Belastungswalze $B$ völlig von der Papierrolle abzuheben, wenn diese fertig ist und herausgenommen werden soll. Sperrad $x^2$ mit Sperrkegel $x^3$, Fig. 924, verhindert Zurückfallen der Walze $B$ beim Hochdrehen. Querstangen $w$ halten die Gestelltheile $L$ auseinander.

Während sich das Papier um die Keilwelle $K$ wickelt, wird es längsweise von Kreismessern $d$ geschnitten und von kurzen Wälzchen $d^1$ angepresst. Die Wellen der Kreismesser $d$ sind in verstellbaren Schlitten $d^2$ gelagert, die in Fig. 923 deutlich sichtbar sind. Die Träger $f^1$ der Kreismesser wie der gleichfalls verstellbaren Wälzchen $d^1$ sind mit ihren ringförmigen Enden und Klemmschrauben $D^1$ auf einem Rohr $D$ verstellbar befestigt. Rohr $D$ ist in zwei Wangen $E$ gelagert, in deren oberen Ausläufern die Welle $F$ ruht, von der aus durch Riemscheiben $f\,f$ die Kreismesser ihre Bewegung erhalten. Welle $F$ wird von Welle $E^1$ aus durch Riemscheiben $f^3$ und $f^2$ angetrieben, deren gegenseitige Lage keine Aenderung erfährt, wenn die Wangen $E$, welche die ganze Schneide-Einrichtung tragen, sich um $E^1$ drehen. Die Lager $E^2$ $E^3$, in denen Welle $E^1$ ruht, sind an den Böcken $L\,L$ befestigt. Gewichte $e$ am unteren Ende der Wangen $E$ drücken die Schneideeinrichtung fortwährend mit mässigem Druck auf die sich bildende Papierrolle. Welle $E^1$ wird durch Riemscheiben $E^4$ $E^5$ von Welle $y^2$ aus angetrieben.

Der Roller wird von irgend einer Vorgelege-Welle aus durch einen auf Riemscheibe $y^1$ laufenden Riemen in Bewegung gesetzt. Da die Riemscheibe $y^1$ ihre Kraft nur durch innere Reibungsscheiben auf die Welle $y^2$ überträgt, so hat man es durch die Stellräder $y^3$ $y^4$ in der Hand, die Reibungsscheiben mehr oder weniger einzurücken und den Roller z. B. langsam anlaufen zu lassen. Die Ueberführung des Riemens auf die Leerscheibe $y$ erfolgt durch Zahnstangentrieb von Handrad $y^5$ aus. Schwungrad $y^6$ dient zur Sicherung gleichmässigen Ganges. Rückt man die Klauen-Kupplung des lose auf Welle $y^2$ sitzenden Stirnrads $y^7$ mit dem Hebel $y^9$ ein, so setzt es das Stirnrad $y^8$ und damit den Trag- und Reibungscylinder $C$ in Bewegung.

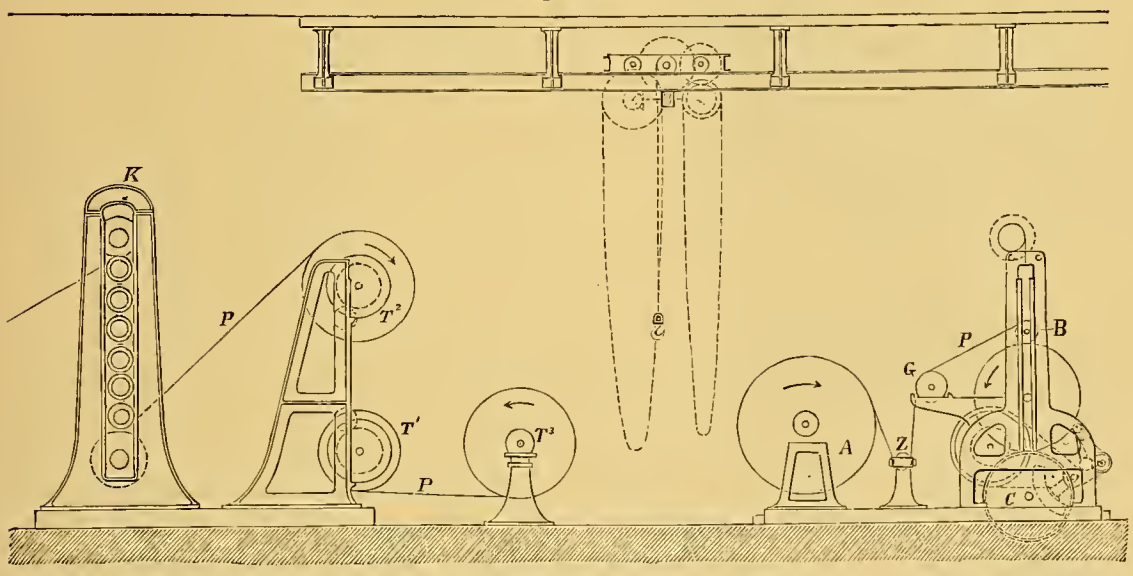
Da die Schneide-Einrichtung frei um Welle $E^1$ schwingt, so weichen die Kreismesser $d$ und Presswälzchen $d^1$ mit dem wachsenden Umfang der Papierrolle nach aussen zurück, und die Trennung der Papierbahn in schmälere Bahnen findet erst nach erfolgter Festwicklung jeder Lage statt. Hierdurch, sowie durch den gleichzeitigen Druck der Walze $B$, wird der Schnitt der Rolle eben und glatt wie abgedreht, und in diesem Grundgedanken liegt auch das Wesentliche der Bischof'schen Erfindung.

J. M. Voith in Heidenheim empfiehlt die in Fig. 926 skizzirte Anlage für Bischof's Roller. Die vom Kalander $K$ der Papiermaschine kommende Papierbahn $P$ wird abwechselnd auf eine der beiden Trommeln $T^1$ und $T^2$ gewickelt, und von da auf Trommel $T^3$ unter starker Bremsung der Abrollwelle $T^1$ oder $T^2$ umgerollt. Dies Umrollen erfolgt, damit man während desselben den Ausschuss entfernen und die nöthigen Klebungen machen kann, die sich im Bischof'schen Roller nur schwieriger und zeitraubender ausführen lassen. Zum Auf- und Abwickeln des Papiers in der Fabrik dienen hier Trommeln oder eiserne Cylinder mit durchgehender Welle, weil das Wickeln bei grösserem Durchmesser des Rollkerns leichter von statten geht, und weil sich leichte Rollstangen von mehr als 2 m Länge unter der Last schwerer Papierrollen leicht verbiegen. Wollte man Rollstangen mit Hülsen von 70 mm Durchmesser auch zum Aufrollen benutzen, so müssten diese bei 60 bis 70 m Geschwindigkeit der Papierbahn (auf der Papiermaschine) im Anfang 270 bis 320 Umdrehungen machen. Beim Abrollen mit 100 m Geschwindigkeit müsste die Welle zuletzt etwa 450 Umdrehungen in

der Minute machen, und es ist sehr schwierig, die Welle für so verschiedene Geschwindigkeiten gleichmässig zu bremsen. Wenn der als Trommel dienende Rollcylinder 350 bis 500 mm Durchmesser hat, sind die Umdrehungs-Zahlen nicht mehr so verschieden, dass das Ab- und Aufrollen Schwierigkeiten verursachen könnte.

Die mit Papier gefüllte Trommel $T^3$, die bis 1200 m Papierlänge aufnehmen kann, wird mit dem an der Decke angebrachten Laufkrahn herausgenommen und bei $A$ auf den Bischof'schen Roller gelegt. Beim Beginn wird die Papierbahn von Hand um die Keilwelle gewickelt und zu einer Hülse zusammengeleimt. Dann erst wird die Maschine langsam in Gang gesetzt. Das aufrollende Papier wird jetzt von der Belastungswalze $B$ auf den Tragcylinder $C$ niedergedrückt, die Messer werden an die Papierrolle angelegt und trennen sie nicht nur in Bogenbreiten, sondern schneiden auch die Naturränder ab, die später als

Fig. 926.

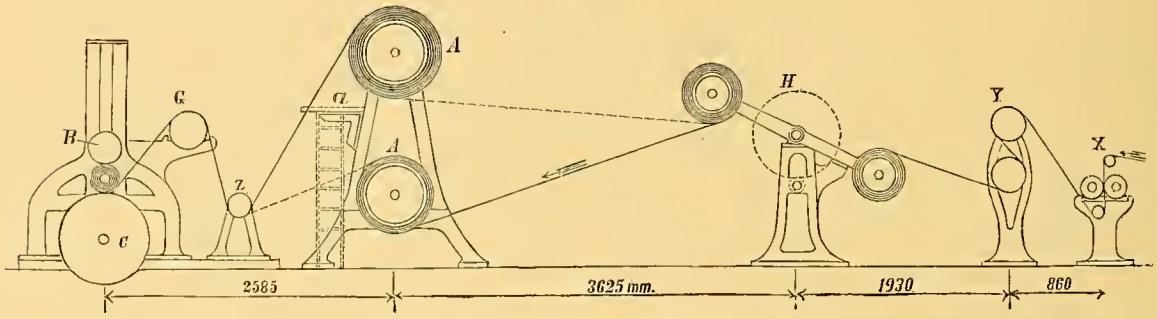



10 bis 15 mm breite Scheiben abgenommen werden. Mit dem Wachsen der Rolle lässt man die Maschine rascher laufen, bis zu 100 m in der Minute, hebt die Walze $B$ in beschriebener Weise, wenn die Papierrolle fertig ist, nimmt die Keilwelle heraus und rollt die in verschiedene Breiten getheilte Rolle auf einen angeschobenen Tisch. Die Rollen werden mit dem Laufkrahn weiterbefördert, an den glatten Stirnflächen vom Staub gereinigt und verpackt. Rollen dieser Art sind sehr fest und wiegen 600 kg auf das Kubikmeter. Sie verlaufen beim Abrollen auf der Druckmaschine auch bei höchster Geschwindigkeit nicht, weil ihre einzelnen Lagen durch festes Wickeln so dicht aufeinander gelegt sind, dass sie sich nicht seitlich übereinander wegschieben können. Das Papier reisst auch beim Abrollen nicht leicht ein, weil es infolge der glatten Stirnflächen keine kleinen Einrisse erhalten hat, die bei weniger guten Rollen das Durchreissen veranlassen.

Die oben beschriebene Umroll-Einrichtung beansprucht 2 bis 3 Pferdestärken und Bischof's Roller noch etwas mehr.

In der Papierfabrik Schlöglmühl bei Gloggnitz, Niederösterreich, wo Bischof seinen Roller erfand, wird jetzt (1891) vom Direktor M. Sembritzki die in Fig. 927 skizzirte Anlage benutzt. Die vom Längsschneider $x$ und Feuchter $y$ kommende Papierbahn läuft auf eine der beiden Haspelwellen $H$, während die gefüllte andere Haspelwelle ihr Papier an eine der beiden Trommeln $A$ des Bischof'schen Rollers abgiebt. Durch die Einrichtung zweier Trommeln $A$ anstelle der einen in Figg. 924 und 925 wird es möglich, die zeitraubende Beförderung ganzer Rollen überflüssig zu machen. Auf dem Wege von $H$ nach $A$ bietet sich reichliche

Fig. 927.

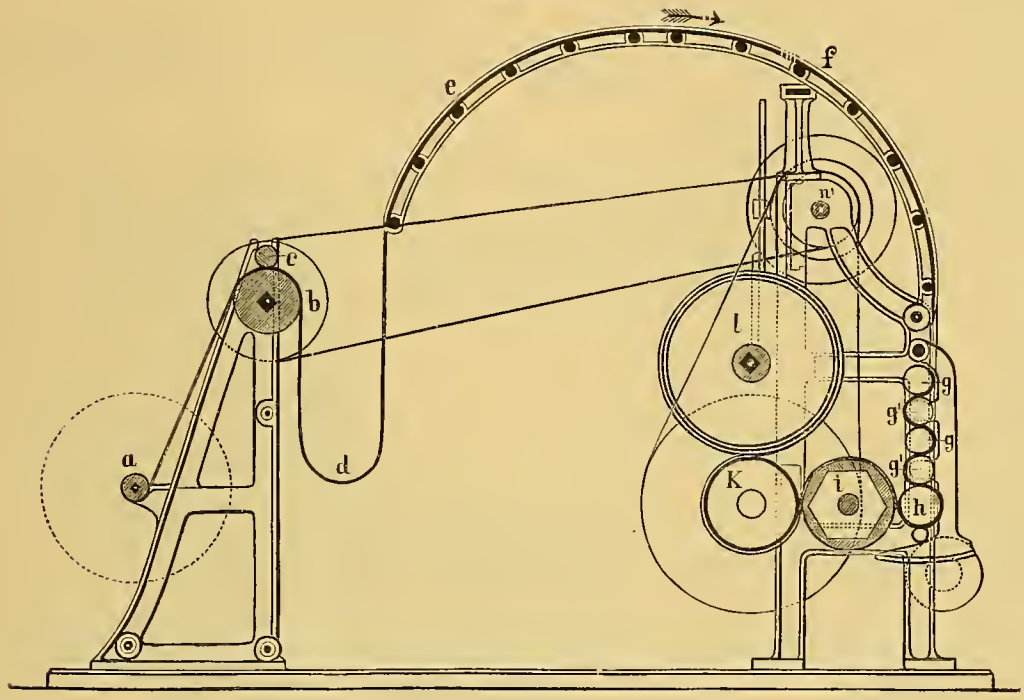



Gelegenheit zur Entfernung von Ausschuss, Entdeckung von Fehlern und Herstellung guter Klebverbindungen. Das Trittbrett $a$ mit Leiter macht es dem Arbeiter möglich auch oben zu kleben. Ein Theil des Trittbretts $a$ lässt sich umklappen, wenn es der abrollenden Papierbahn im Wege ist. Ist das Papier ohne irgend welche fehlerhafte Stelle auf $A$ gewickelt, so kann es auch ohne weiteres Umrollen unmittelbar unter der Zählwalze $Z$ durch auf die Keilwelle des Bischof'schen Rollers gewickelt werden. Das Umwickeln ist nicht nur erforderlich zur Entdeckung von Fehlern im Papier und zum Zusammenkleben der Enden, sondern es hat auch den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass dabei die auf der Papiermaschine angesammelte Elektrizität aus dem Papier entfernt wird. Will man die Zwischentrommeln sparen und die unvermeidlichen Klebungen auf der Keilwelle vornehmen, so kann es vorkommen, dass etwas Kleister aus der Klebstelle tritt und diese mit der nächsten Papierlage verbindet. Solche Rollen lassen sich dann in der Buchdruckpresse nicht glatt abwickeln, reissen an den falsch zusammengeklebten Stellen und verursachen Ausschuss und Aufenthalt. Wird das Kleben auf der Zwischentrommel ausgeführt, so kann ein solcher Fehler auch vorkommen, wird aber beim zweiten Abrollen entdeckt und ausgebessert, vielleicht nochmals mit Sorgfalt geklebt.

Der in Figg. 838 und 839 dargestellte Roller der Act.-Ges. Ferd. Flinsch in Offenbach a. M. wird auch zum Umrollen benützt und dann, wie in Fig. 928 gezeigt, durch eine Abroll-Einrichtung ergänzt. Das Papier wird durch zwei

Walzen *b c* von der Rolle *a* abgezogen, hängt in losem Bogen *d* von Walze *b* herab und geht dann über den Bogen *e f* in den Seite 911 beschriebenen Roller. Die Erbauer bewirken durch die Seite 911 beschriebene patentirte Schaukelbewegung der Rollwelle *l*, dass sich das Papier faltenlos und glatt darauf wickelt. Für den Erfolg dieser Wickelung scheint der Umstand zu sprechen, dass die Maschinenfabrik Ferd. Flinsch bis Ende 1891 etwa 350 solcher Roller geliefert hatte. Wenn auch die überwiegende Mehrzahl dieser Roller von Buntpapier- und Tapetenfabriken benützt wird, so dienen doch auch viele zum Aufwickeln von Rohpapier.

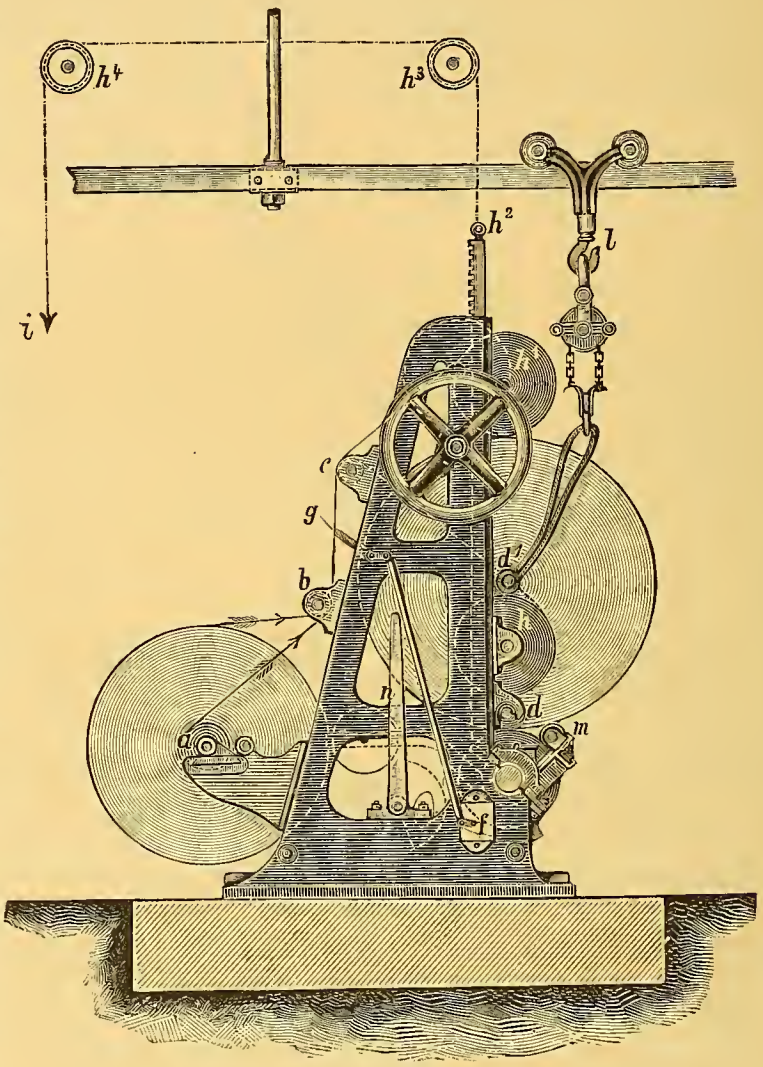
Fig. 928.




Escher Wyss & Co. in Zürich bauen einen Roller, der in 1:25 der wahren Grösse durch Aufrisse Figg. 929 und 930 zur Anschauung gebracht ist. Das am Ende der Papiermaschine unbeschnitten und in voller Breite aufgewickelte Papier wird mit seiner Rollwelle in die verstellbaren Lager *a* gelegt und beim Abrollen durch Leder-Reibung gebremst. Die Pfeile in Fig. 929 zeigen die Richtung, in welcher die Papierbahn von der vollen und beinahe leeren Rolle abläuft. Das Papier geht unter und über die Bremsstangen *b c* und Presswalze *h* zu der Welle *d*, auf welcher es wieder aufgewickelt wird. Welle *d* liegt nämlich auf der angetriebenen Walze *e* und wird von der Belastungswalze *h* so auf diese gepresst, dass sie deren Bewegung mitmacht, also mitgenommen wird. In Fig. 929 ist Welle *d* in ihren zwei äussersten Lagen dargestellt, nämlich in ihrer tiefsten Lage, wo sie von der vollen Papierrolle auf *a* das erste Papier erhält, und in der höchsten Stellung $d^1$, wo sie gefüllt ist, und Walze *h* die Lage $h^1$ einnimmt. Die Lager der oberen Walze *h* sind an senkrechte Zahnstangen $h^2$ geschraubt, von deren oberen Enden Seile oder Ketten über Rollen $h^3$ $h^4$ laufen, die an den anderen Enden *i*

mit Gewichten beschwert sind. Durch diese Gewichte kann man das Eigengewicht der Walze $h$ theilweise ausgleichen, wenn man deren Druck vermindern will. Die Zahnstangen $h^2$ können vom Handrad $k$ aus durch doppelte Zahnradübersetzung gehoben oder gesenkt werden. Man ist dadurch imstande, die an den Zahnstangen befestigte Walze $h$ zu heben, und wenn man deren Welle durch Ketten mit der Welle $d$ verbindet, so kann man auch diese Welle so mit heben, dass sie nach unten und oben frei liegt und genaues Einziehen des neu aufzuwickelnden Papiers möglich ist. Die Lager der Walze $h$ sind zum Anhängen der Ketten mit (nicht gezeichneten) Haken versehen.

Fig. 929.




Während sich das Papier auf $d$ wickelt, wird es von Messern $m$ seitlich beschnitten und der Länge nach getheilt. Das Gestell der Kreismesser $m$ hat seine Drehachse in der Achse der Welle $e$ und kann vom Hebel $n$ aus durch Vermittelung eines punktirt gezeichneten Zahnradsektors und eines Zahnrads von und gegen Welle $d$ gedreht, also in und ausser Wirksamkeit gesetzt werden.

Die angetriebene Walze $e$ hat einen Umfang von 1 Meter und ist mit einem Zähler $f$ verbunden, welcher die Zahl der von $e$ gemachten Umdrehungen, also auch die Zahl der aufgerollten Meter Papierbahn angiebt und eine Glocke anschlagen lässt, wenn die gewünschte Länge Papier auf $d$ gewickelt ist. Ein Hebelarm $g$, welcher von der Papierbahn hochgehalten wird, solange sie gespannt über die Walzen $b$ $c$ läuft, sinkt herab, sobald die Papierbahn reisst und bringt durch diese Bewegung den Zähler $f$ zum Stillstand, so dass dieser nur das wirklich aufgewickelte Papier anzeigt.

Die volle Papierrolle wird, wie aus der Darstellung ersichtlich, mittels Laufwagens $l$ und Flaschenzugs ausgehoben und weiterbefördert.

Der Roller ist mit zwei Antriebriemen versehen, von denen einer auf den Los- und Festscheiben $p$, der andere um Riemscheibe $r$ liegt. Hat man eine neue Welle eingelegt, so braucht man zum Durchführen des Papiers langsamen Gang, welcher der Walze $e$ durch die von einer kleinen Riemscheibe angetriebene Riemscheibe $r$ ertheilt wird, während der andere Riemen auf der Losscheibe $p$ ruht. Riemscheibe $r$ sitzt zwar auch lose auf ihrer Welle, nimmt dieselbe aber durch

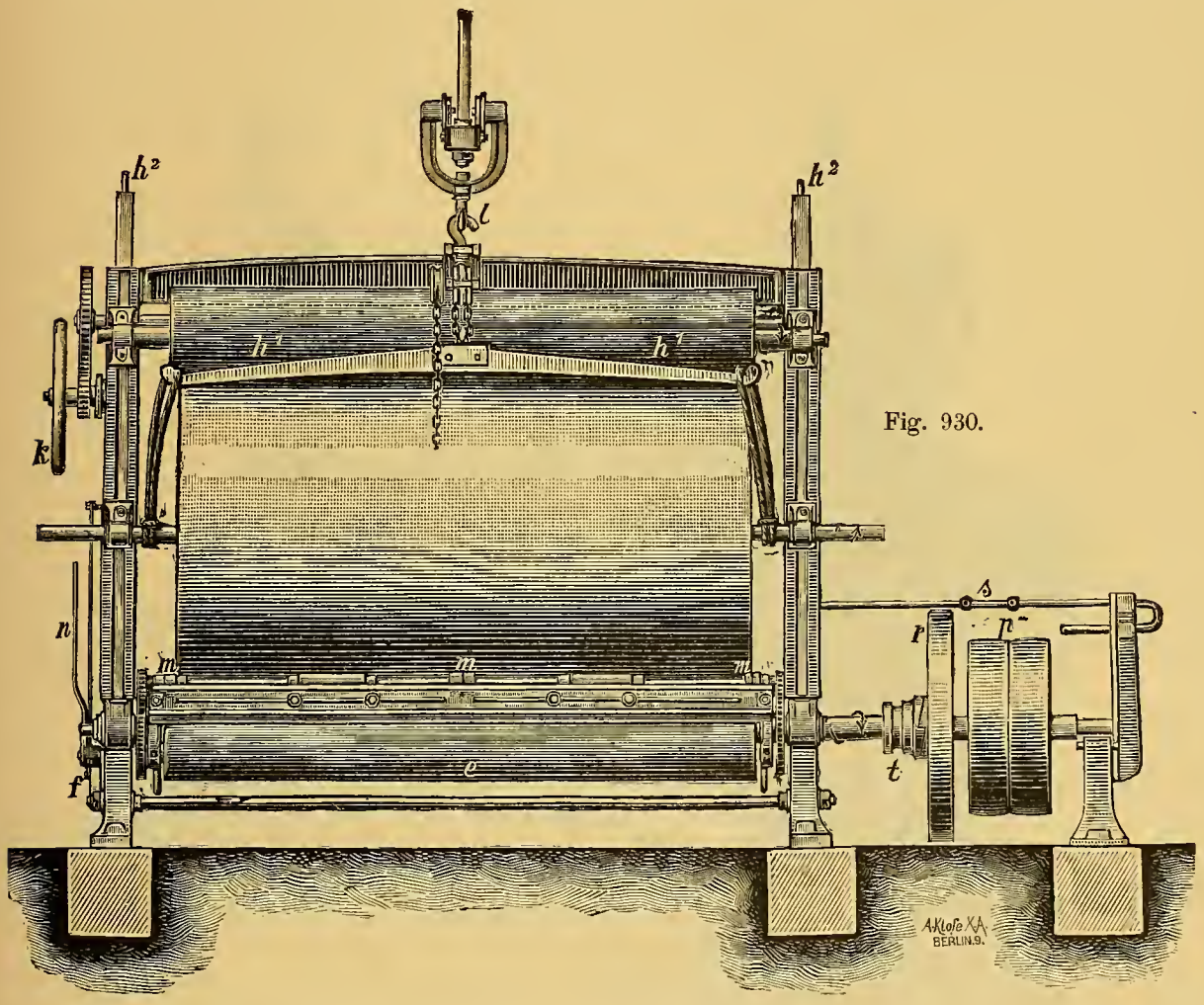



Fig. 930.

Kupplung $t$ mit und giebt der Walze $e$ eine Umfangsgeschwindigkeit von 10 m in der Minute. Will man zum raschen Gang, d. h. zu einer Umfangsgeschwindigkeit von etwa 50 bis 60 m übergehen, so hat man die Riemgabel $s$ so zu verschieben, dass der Riemen von der Losscheibe auf die Festscheibe $p$ gleitet. Die Welle kommt dadurch in viel raschere Bewegung als bisher und nimmt auch die Kupplungshälfte $t$ nebst deren (nicht gezeichnetem) Ausrückhebel mit. Dadurch gleitet die schnell laufende Kupplungshälfte $t$ von selbst aus den schrägen Zähnen der mit $r$ verbundenen langsamen Kupplungshälfte, verlässt diese und rückt sich

also von selbst aus, ohne dass während des Uebergangs der geringste Stillstand eingetreten ist. Will man die Maschine stillstellen, so hat man nur den Riemen auf die Losscheibe *p* zu schieben. Das Einrücken zum langsamen Gang, welcher dem schnellen stets vorhergeht, erfolgt durch Eingriff der Kupplung *t*, welcher mit dem nicht gezeichneten Hebel herbeigeführt wird.

Als Rollwelle *d* dient die in Figg. 679 bis 682, Seite 793, dargestellte.

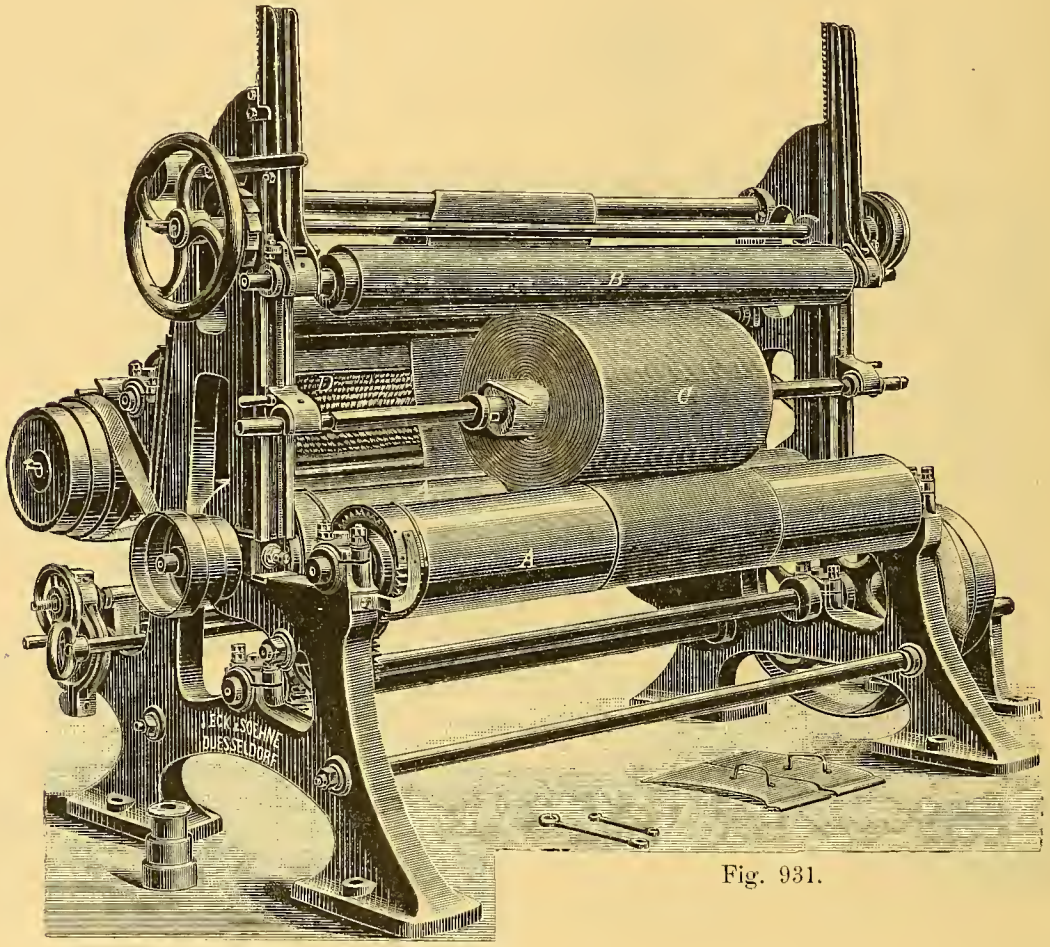
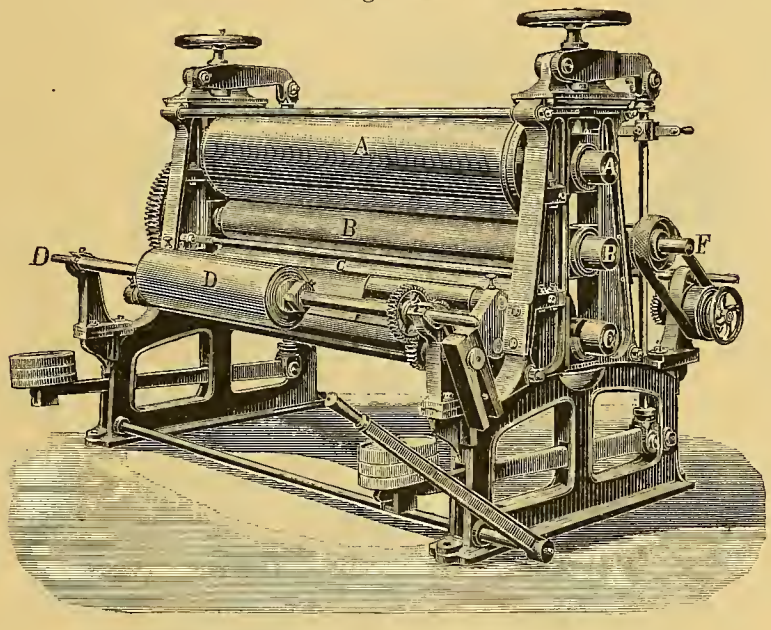



Fig. 931.

Jos. Eck & Söhne in Düsseldorf bauen einen Roller ähnlicher Art, an dem auch ihr in Figg. 859 und 860 dargestellter Bürstenfeuchter angebracht ist. Fig. 931 giebt ein photographisches Bild desselben. Der Aufrollcylinder *A* nimmt die Papierrolle *C* durch Reibung mit. Auf dieser liegt die Belastungswalze *B*. Die Spritzbürste, welche das ankommende Papier feuchtet, ist mit *D* bezeichnet.

**367. Körnen, Mustern, Prägen mit Walzen.** Papiere, welche von der Papiermaschine glatt geliefert werden, müssen für manche Zwecke, z. B. für manche Zeichenpapiere, rauhe, körnige Oberfläche erhalten. Diese wird ihnen durch Musterwalzwerke von der in Fig. 932 dargestellten Art ertheilt. In dieser von Jos. Eck & Söhne in Düsseldorf gebauten Maschine liegt die Stahlwalze *B*, auf welche das Muster gestochen ist, zwischen zwei Papierwalzen *A* und *C*. Die Walzen werden gewöhnlich von 1,5 bis 1,7 m lang geliefert, der Durchmesser beträgt bei der massiven Stahlwalze *B* 250, bei den Papierwalzen *A* und *C* 500 mm. Die der Stahlwalze *B* anliegende Seite des Papiers erhält die Körnung, das Muster, die andere den Papierwalzen *A* und *C* anliegende Seite bleibt glatt. Die Papierwalzen

Fig. 932.



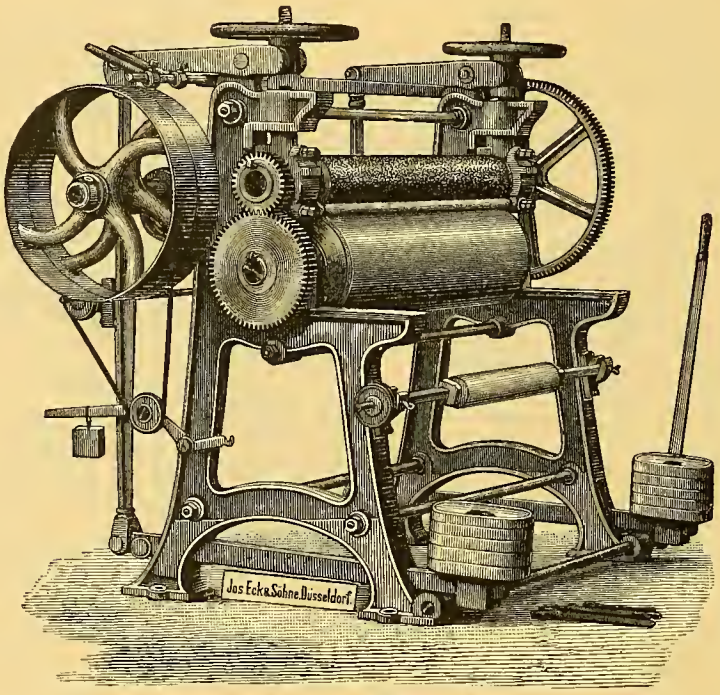

haben keinen Radantrieb, sondern werden nur mitgenommen. Das Papier wird von Welle *D* abgerollt und nach dem Durchgang von Welle *F* wieder aufgerollt. Der Druck, mit dem das Einpressen erfolgt, kann durch Gewichtshebel geregelt werden. Mit wiederholtem Durchführen des Papiers kann man verschiedene Abstufungen der Körnung herstellen, und die Stahlwalze *B* lässt sich leicht auswechseln.

Soll die Maschine zum Prägen schwererer Muster dienen, so muss in die Papierwalzen das Gegenmuster geprägt und dafür gesorgt werden, dass die gleichen Stellen der Stahlwalze stets auf dieselben Stellen der Papierwalzen treffen. Zu diesem Zweck werden die Walzen *A B* und *C* durch Zahnräder so miteinander verbunden, dass *B* zwei Umdrehungen macht, während *A* und *C* einmal umlaufen.

Wenn man nur Papiere bis zu 900 mm Breite zu mustern oder zu prägen hat, bedarf man keiner so stark gebauten schweren Maschine wie die in Fig. 932 dargestellte. Für solche Breiten genügt ein Walzwerk der in Fig. 933 dargestellten

Bauart. Hier ist die obere gemusterte Stahlwalze mit der Papierwalze durch Zahnräder verbunden. Ehe man damit arbeiten kann, muss die Papierwalze erst mit dem Gegenmuster versehen werden. Nach Vorschrift der Erbauer müssen die Walzen vor dem Einlegen durch Bürsten mit Terpentin und später mit in Wasser gelöster Potasche von anhaftendem Fett befreit werden. Beim Einlegen ist dafür zu sorgen, dass auf beide Walzen-Enden gleichmässiger Druck geübt wird. Dann setzt man die Maschine mit geringem Druck in Bewegung und wäscht die Oberfläche der Papierwalze möglichst gleichmässig mit mässig warmem, falls nöthig auch mit Tischlerleim versetztem Wasser mit Schwamm oder weicher Bürste, und zwar unter steigendem Druck. Um zu verhindern, dass die Bürste zwischen die Walzen

Fig. 933.




geräth, wäscht man an der Auslaufseite. Dies Zusammenlaufen muss, wenn nöthig, mehrere Tage fortgesetzt werden, bis sich das Muster der Stahlwalze in die Papierwalze scharf eingeprägt hat. Alsdann muss die Maschine noch leerlaufen, bis die Walzen wieder völlig trocken sind. Mit solchen sogenannten Gauffrirmaschinen werden Gobelin-, Blumen-, Damast-, Moiré-, Chagrin-, Lederhaut- und andere Muster in Tapeten, Schreib-, Bunt-, Chromo- und Cigarettenpapiere geprägt.

**368. Einpressen von Linien und Wasserzeichen.** In Frankreich und Deutschland werden Briefpapiere vielfach dadurch liniirt, dass man beim Glätten mit Metallplatten Liniirdeckel *cartons* zwischen sie legt. Zur Anfertigung dieser Liniirdeckel dient ein hölzerner Rahmen, welcher ringsum in solcher Weise mit Stiften besetzt wird, dass die darüber gespannten Fäden genau so weit von einander

abstehen, wie es für die gewünschte Liniatur nöthig ist. Dies Fadengitter wird zwischen einen Deckel und einen Bogen Papier eingeklebt und, nachdem es trocken geworden, ringsum abgeschnitten. Würde man Papier an Stelle des Deckels nehmen, so würde es sich viel rascher abnützen. Damit beide Seiten des Deckels gleichzeitig arbeiten, ist es zweckmässig, ihn zwischen zwei Fadennetze und Papierbogen einzukleben. Alle einfachen Muster, wie karrirtes Papier, auch abwechselnd starke und schwache Linien, lassen sich durch Aufziehen dicker und dünner Fäden darstellen, sogar schwierige Zeichnungen werden durch genaues Bekleben der Linien mit Fäden auf den Deckel gebracht. Sind die gewünschten Linien zu dick, um von einem Faden gedeckt zu werden, so klebt man Papierstreifen auf.

Ein solcher Deckel bringt, zwischen 8 bis 12 Bogen liegend, in dem äussersten noch ein deutliches Abbild hervor, und hält häufig lange genug aus, um 300 Ries Papier zu zeichnen. Das Liniiren mit Deckeln erfordert jedoch die Anwendung von Satinirmaschinen und Zink- oder Kupferplatten mit entsprechender zahlreicher Bedienung, welche sonst bei der grossen Mehrzahl aller im Stoff geleimten Papiere in Wegfall kommen könnten und — ist desshalb kostspielig.

Das Verfahren ist jedoch auch grundsätzlich zu verwerfen, weil die Linien als Wasserzeichen erscheinen, d. h. nur durch starkes Zusammenpressen und seitliche Verschiebung der Fasern sichtbar werden, weil sie also die vorher mit allen Mitteln angestrebte Gleichförmigkeit des Papiers wieder zerstören. Ueberdies findet man bei der Ausführung, dass es unmöglich ist, sehr feine Linien zu ziehen, dass gut eingepresste Linien in verschiedenen Papieren mehr oder weniger sichtbar sind, und dass sie mit der fortschreitenden Abnützung der Fadendeckel unbestimmter werden.

Noch kostspieliger als die Fadendeckel sind die vielfach angewandten geschnittenen Stahlplatten, welche besonders zum Einpressen schwieriger Muster dienen.

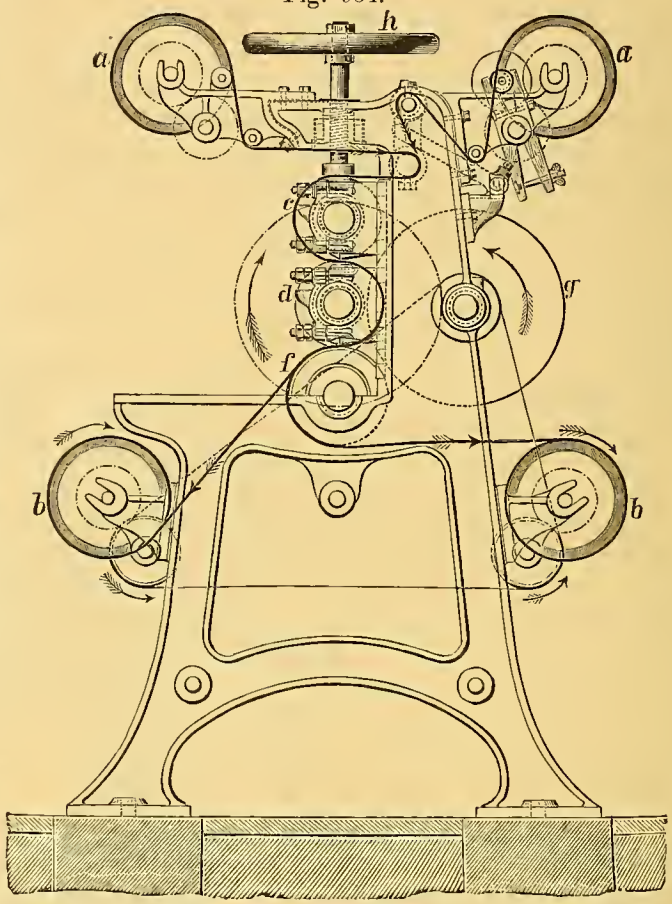
Dieselben werden jetzt meist durch die im vorhergehenden Abschnitt beschriebenen Walzwerke ersetzt.

Wasserzeichen werden vielfach auch nach dem vorher beschriebenen Liniir-Verfahren ins Papier geprägt. Anstelle von Fäden wird dann mehr oder weniger dickes Papier so ausgeschnitten, dass es genau das gewünschte Wasserzeichen deckt, und auf glattes Papier geklebt. Wenn solches beklebte Papier mit dem zu zeichnenden, zwischen Blechen und Pappen liegend, durch ein Walzwerk geführt wird, pressen sich die aufgeklebten verdickten Stellen in das mitgehende Papier und bringen damit das gewünschte Wasserzeichen hervor. Will man Schattentöne erzeugen, so klebt man noch eine oder mehr Lagen Papier auf die Stellen, welche am hellsten durchscheinen sollen u. s. w. Durch Anwendung vieler Lagen dünnen Seidenpapiers ist es auf diese Art möglich, sehr kunstvolle Wasserzeichen herzustellen, wenn man die hierzu nöthige Erfahrung durch Uebung erworben hat.

Joseph Eck & Söhne in Düsseldorf haben neuerdings (1891) ein Walzwerk zum Einpressen von Wasserzeichen gebaut, welches in Fig. 934 im Aufriss in 1 : 15 der wahren Grösse und in Fig. 935 perspektivisch dargestellt ist. Durch dasselbe können gleichzeitig zwei Papierbahnen nebeneinander geführt werden, die von Rollwellen *a a* kommen, in der Richtung der Pfeile durch die Walzen gehen, und sich dann auf Wellen *b b* wickeln. Die mittlere Walze *d* ist genau cylindrisch geschliffen, wird durch Zahnräder von der Welle der Riemscheibe *g* aus angetrieben und nimmt durch Reibung die Walzen *c* und *f* mit. Das Wasserzeichen, welches

ins Papier geprägt werden soll, ist auf die obere Stahlwalze *c* erhaben gestochen oder geätzt, so dass nur dessen Linien oder Figuren mit dem darunter durchgehenden Papier in Berührung kommen. Von den Handrädchen *h* aus kann man mit Schrauben die Walze *c* beliebig stark auf Walze *d* pressen und damit den Druck regeln, mit dem das Wasserzeichen eingeprägt werden soll. Die untenliegende Papierwalze *f* soll theils zur Unterstützung der Walze *d*, theils zum Nachglätten des Papiers und Niederdrücken etwa entstandener Ränder oder Wulste dienen. In Fig. 935 sieht man die Schutzränder *k* an beiden Enden der Walze *c*, welche genau denselben Durchmesser haben, wie die Walze *c* an den Stellen, wo die Prägeflächen am weitesten vortreten. Ohne solche Schutzränder würde Walze *c* stets niedergehen, sobald ein von Schrift oder Zeichen freier Theil ihrer Oberfläche an den Berührungspunkt der Walze *d* kommt. Die Schutzränder *k* machen dieses Auf- und Niedergehen unmöglich und verhindern auch Beschädigung der aus Walze *c* hervorragenden Schriften und Zeichen, welche dadurch entstehen könnten, dass das eine Ende der von den Handrädchen *h* aus regierten Presswalze stärker niedergepresst wird als das andere.

Fig. 934.



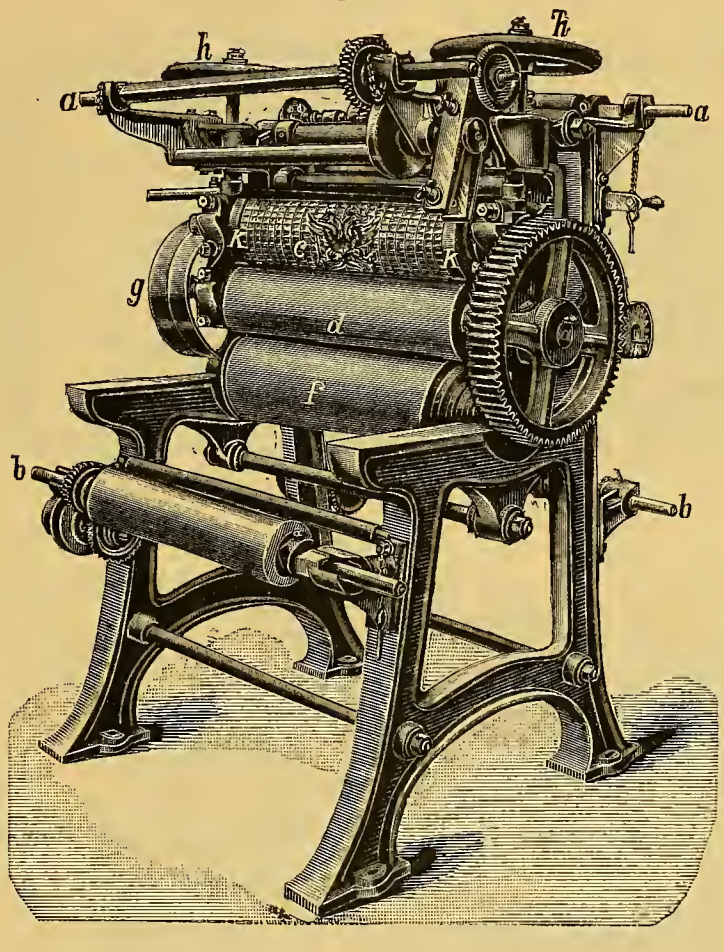

Sobald Papier zwischen die Walzen *c* und *d* gelangt, wird *c* von *d* mitgenommen, die Schutzränder *k* stehen um die Papierdicke von *d* ab, und die vorstehenden Schriften und Zeichen pressen sich ins Papier.

Um einzelne Bogen auf dieser Maschine mit Wasserzeichen zu versehen, müsste man am Gestell Tische zum Auflegen und Abnehmen des Papiers über der Walze *d* befestigen.

Die deutschen und französischen Fabriken haben ihr Publikum an Papiere mit den verschiedenartigsten Mustern gewöhnt, deren Dasein meistens ganz zwecklos, häufig aber auch unschön ist. Schreibpapier muss von solcher Beschaffenheit sein, dass man darauf mühelos, in regelmässigen, geraden Linien schreiben und das Geschriebene deutlich lesen kann. Die Mehrzahl der englischen, noch mehr aber die amerikanischen Briefpapiere erfüllen diese Bedingungen, sie sind glatt, weiss oder hell gefärbt, zum grossen Theil einfach blau liniirt, und deren Schönheit wird nicht in zwecklosen Mustern und Wasserzeichen, sondern in Reinheit und Gleichmässigkeit,

sowie in schöner Farbe gesucht. Auch das kontinentale Publikum schätzt diese Vorzüge, wenn sie ihm in den einheimischen Papieren geboten werden, und die Fabrikanten würden bei schön weissen, gleichmässig gearbeiteten aber ungemusterten

Fig. 935.



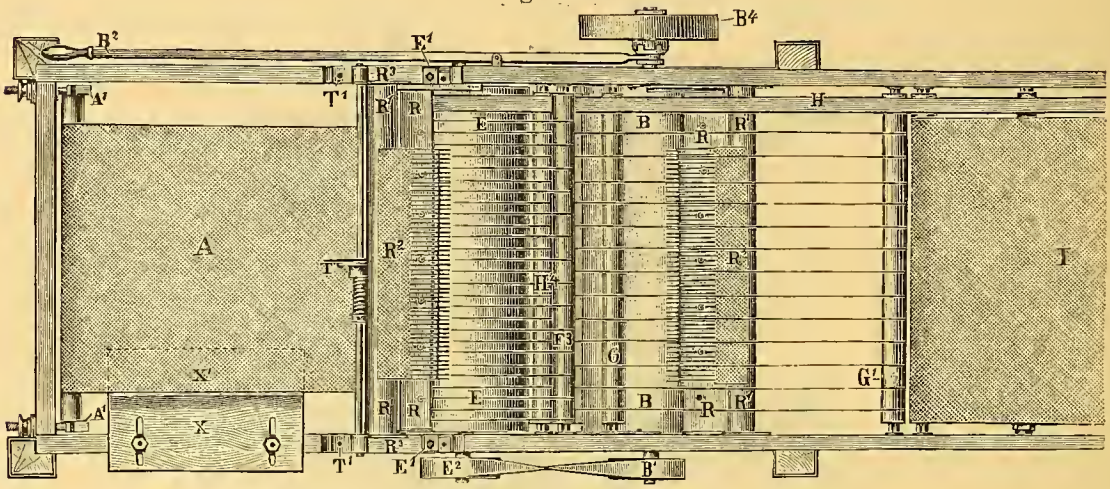

Papieren um so mehr ihren Vortheil finden, als ihnen in guten Liniirmaschinen ein vortrefflicher Ersatz für Fadendeckel u. dergl. zu Gebote steht.

**369. Feder-Liniirmaschinen.** Die sogenannte Schnell-Liniirmaschine wurde in den Jahren um 1860 von Hickok in Harrisburg in Pennsylvania erfunden. In den Vereinigten Staaten, wo der weitaus grösste Theil alles Briefpapiers blau liniirt wird, war das Bedürfniss einer guten Liniirmaschine schon frühe vorhanden und veranlasste ihre Vervollkommnung und Verbreitung in solchem Grade, dass sie seit vielen Jahren als zur Einrichtung einer Schreibpapierfabrik gehörig betrachtet wird. Eine solche, von der Holyoke machine Co. in Holyoke, Massachusetts, schon vor 1872 gebaute Maschine ist durch Fig. 936 im Grundriss, Fig. 937 im Aufriss (ohne das Gestell der Vorderseite), und durch Fig. 938 als Seitenansicht dargestellt.

Auf einem nebenstehenden Tische liegt ein Vorrath von Bogen, welche nach und nach von einer Arbeiterin abgenommen und auf das endlose Zuführ-

tuch $A$ (aus baumwollenem Segeltuch) gelegt werden. Die Spannwalze $A'$ im Verein mit der auf zwei in $A^4$ hängenden Hebeln schwingenden, hölzernen Walze $A^2$ hält das Tuch $A$ gespannt, und die Walze $A^3$ presst es gegen den

Fig. 936.



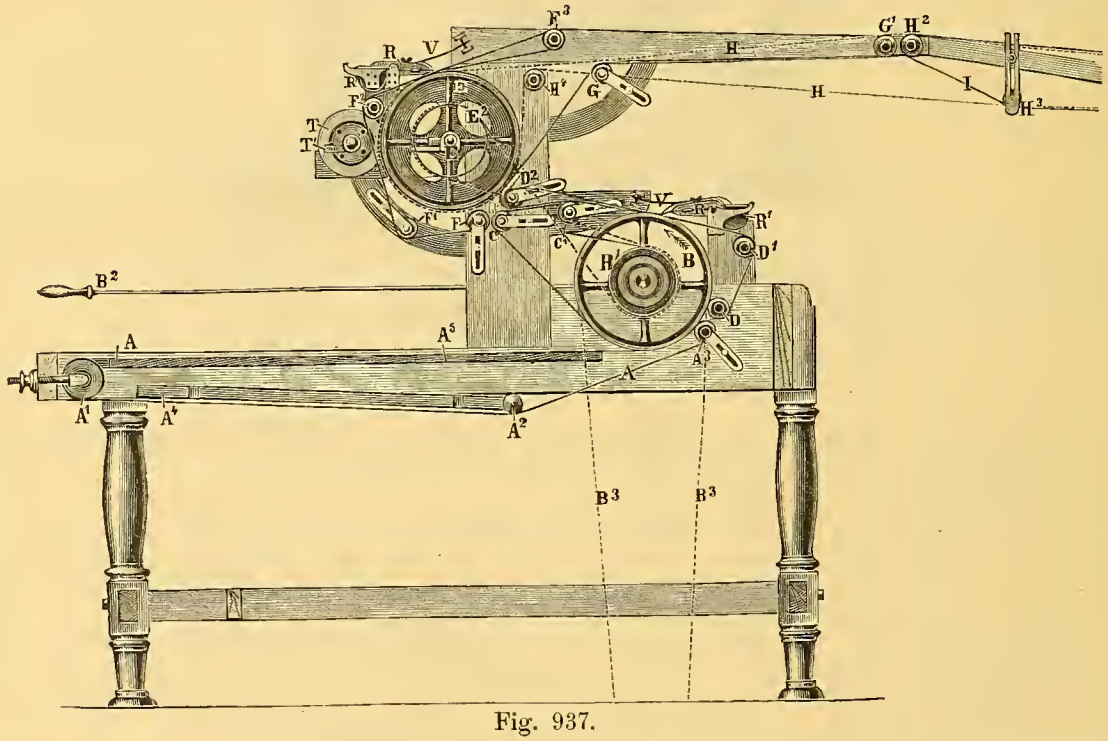
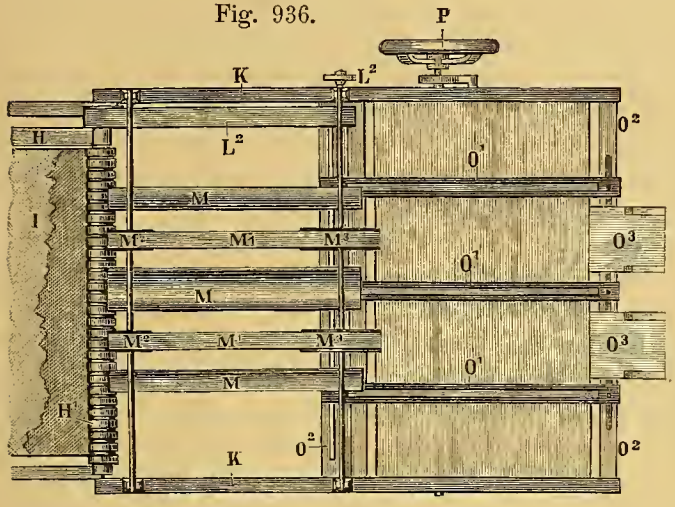




Fig. 937.

hölzernen Cylinder $B$, welcher es durch Reibung mitnimmt. Die punktirten Linien $B^3\,B^3$ bezeichnen den Riemen, womit die grosse Scheibe $B^4$ auf der Welle des Cylinders $B$, und damit der Cylinder $B$ selbst, getrieben wird. Die Scheibe $B^4$

sitzt jedoch lose auf ihrer Welle, sie steht mit ihr nur durch eine Kupplung in Verbindung, deren Ein- oder Ausrücken mittels des Hebels $B^2$ die ganze Maschine in oder ausser Gang setzt.

Fig. 936.



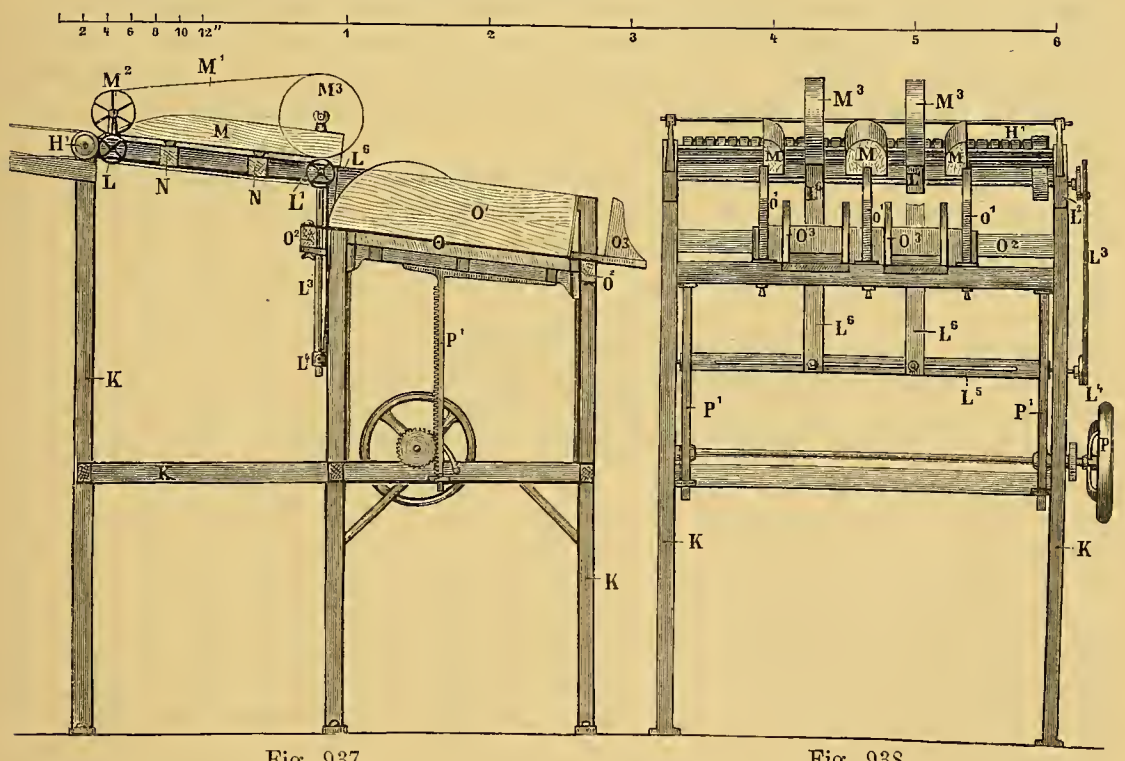




Fig. 937.




Fig. 938.

Um den Cylinder $B$ und die Walzen $C\,C^1$ liegen in Abständen von 5 cm baumwollene Fäden, deren Enden zusammengeknüpft sind, und eine zweite Reihe solcher Fäden, welche über die Walzen $D\,D^1\,D^2$ läuft, schmiegt sich gleichfalls

der Walze $C'$ und dem oberen Theil des Cylinders $B$ an. Die Walzen ruhen in Messingträgern, welche an die Gestelle geschraubt sind und sich daran verstellen lassen. Jede Fädenreihe läuft auf einer ihrer Walzen in eingedrehten Vertiefungen, durch welche die Fäden in richtiger Entfernung auseinander gehalten werden.

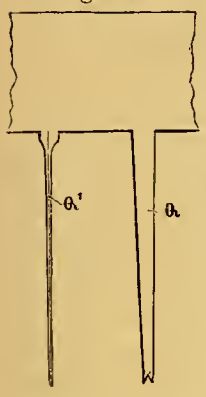
Die Bogen folgen dem Zuführtuch $A$, bis dieses auf der Walze $A^3$ umkehrt, während sie zwischen die Walze $D$ und Cylinder $B$, mithin auch zwischen die beschriebenen zwei Fädenreihen treten, von diesen über einen Theil von $B$ und über die Walzen $C^1 C$ mitgeführt werden, und dann auf den zweiten Cylinder $E$ gelangen. Dieser zweite Cylinder $E$ ist von gleicher Grösse wie $B$, er wird von den Lagern $E^1$ getragen, und seine Riemscheibe $E^2$ wird von der Scheibe $B^1$ durch einen gekreuzten Riemen getrieben. Eine Reihe Fäden läuft über die Walzen $F\ F^1 F^2 F^3$ und schmiegt sich auf dem inneren Wege dem Cylinder $E$ an, während die andere Fädenreihe den Cylinder $E$ und die Walze $G^1$ einschliesst und durch die Walze $G$ gespannt wird. Die bei $C$ anlangenden Bogen treten auf $F$ zwischen die zwei zuletzt beschriebenen Fädenreihen, laufen mit ihnen über $E$ und werden von der unteren Fädenreihe bis $G^1$ getragen. Dort treten die Fäden den Rückweg an, die Bogen aber folgen dem über die Tragwalzen $H^1\ H^2$ und die Streckwalze $H^3$ laufenden endlosen Segeltuch $I$ von $H^2$ bis $H^1$. Das Segeltuch $I$ ist in Fig. 936 ausgebrochen gezeichnet, damit die in die Walze $H^1$ gedrehten Rinnen sichtbar werden, welche dazu dienen, $I$ seitlich gestreckt und in richtiger Lage zu erhalten. Die Walzen $G^1 H^2 H^1 H^3$ werden von einem gemeinsamen, über das freie Ende des Cylinders $E$ und über die Walze $H^4$ laufenden Lederriemen $H$ eingeschlossen und getrieben, welcher in Fig. 936 voll und in Fig. 937 in punktirten Linien gezeichnet ist.

An der Walze $H^1$ hört die eigentliche Liniirmaschine auf, und es folgt eine, von gusseisernen Gestellen $K$ getragene Legmaschine, welche das liniirte Papier in Päcken abliefert. Auf dem langen Wege von dem Cylinder $E$ zur Walze $H^1$ trocknen die auf dem Papier gezogenen Linien, gleichzeitig nehmen aber auch die Bogen etwas verschiedene Gestalt an, sie biegen und werfen sich in solcher Weise, dass sie sich freiwillig nicht mehr dicht aufeinander legen können und erst wieder in genau gleiche Form gezwungen werden müssen. Beim Verlassen des Tuches $I$ über der Walze $H^1$ gelangen sie auf zwei über Scheiben $L\ L^1$ laufende Lederriemen, welche durch Antrieb der zu $L^1$ gehörigen Welle von $H^1$ aus mittels Riemen in Bewegung gesetzt werden. Auf den über $L\ L^1$ laufenden Riemen liegen die über die Scheiben $M^2 M^3$ laufenden Riemen $M^1$, welche durch Reibung mitgenommen werden und die Mitte der Bogen mit ihrem Gewicht niederhalten. Damit auch die Seitenränder der beiden nebeneinander laufenden Bogen gleiche Form annehmen, treffen sie auf die allmälig ansteigenden, nach innen abgerundeten (Fig. 938) Längshölzer $M$, durch welche die in der Mitte niedergehaltenen Bogen zu beiden Seiten aufwärts gebogen und in gleiche Gestalt gezwängt werden. Schwalbenschwanzförmige Zapfen der Querhölzer $N$ passen in Nuthen der Hölzer $M$, welche darauf verstellt und festgekeilt werden, um sich der Breite der Bogen anzupassen.

Die so gestreckten Bogen fallen von der Walze $L^1$ auf die hölzerne Platte $O$ und zwischen die hölzernen, auf Eisenplatten geschraubten und in den Schlitzen der Querbalken $O^2$ verstellbaren Abtheilungswände $O^1$. Damit die Bogen nicht

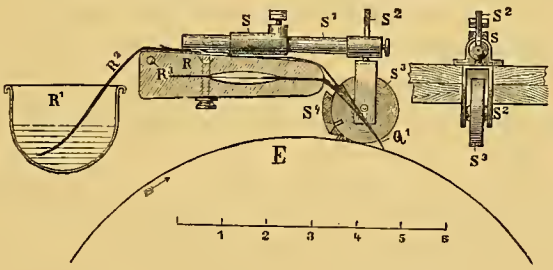
am vorderen offenen Ende herausfallen, sind ihnen senkrechte hölzerne Reiter $O^3$ entgegengestellt, deren aus kleinen Brettchen bestehende Füsse auf den Querbalken $O^2$ leicht angeheftet werden. Die ankommenden Bogen sollen einander genau decken und werden desshalb durch einen sanften Schlag auf den Rücken bis an die Reiter $O^3$ vorgeschoben. Die Welle der Scheiben $L^1$ ist zu diesem Zwecke mit einer Kurbelplatte $L^2$ versehen, deren excentrischer Zapfen in einen Schlitz der Latte $L^3$ passt und ihr oberes Ende bei jeder Drehung von $L^1$ einmal hin- und herbewegt. Das untere Ende der Latte $L^3$ ist an einer Platte der Welle $L^4$ befestigt und theilt dieser, sowie auch ihrer hölzernen Fortsetzung $L^5$ mit den in ihrem Schlitze geschraubten Blechstreifen $L^6$ die hin- und hergehende Bewegung mit. Das obere Ende der Blechstreifen $L^6$ ertheilt dadurch den ankommenden Bogen den gewünschten Schlag und ersetzt damit die Hand einer Arbeiterin. Die Platte $O$ mit allem Zubehör kann während des Ganges mittels der Zahnstangen $P^1$ $P^1$ und des von dem Handrade $P$ aus in Bewegung gesetzten Zahnrades niedergelassen werden, damit sie Raum zur Aufnahme von mehr Papier bietet. Gewöhnlich zieht man jedoch vor, die Bogen häufiger wegzunehmen, als diese Vorrichtung zu benützen.

Fig. 941.




Während die Bogen über die Cylinder $B$ und $E$ laufen, werden sie mit einer Vorrichtung liniirt, welche in Aufriss und Seitenansicht, theilweise als Durchschnitt, in Figg. 939 und 940 in grossem Maassstab (engl. Fuss und Zoll) besonders dargestellt ist. Die Federn, welche den wesentlichsten Theil dieser Art des Liniirens bilden, sind in Fig. 941 in wahrer Grösse gezeichnet. Ein dünnes Kupfer- oder Messingblech wird so ausgeschnitten, dass für jede Feder, genau in dem Abstand und der Zahl der zu ziehenden Linien, ein Zinken von der Form $Q$

Fig. 939. Fig. 940.




frei vorsteht. Diese Zinken $Q$ werden so zusammengefaltet, dass sie Federn von der Form $Q^1$ bilden. Eine zusammenhängende, zwischen den hölzernen Klammern des Halters $R$ (Fig. 939) gefasste Reihe derselben wird mit den Zapfen $R^3$ so aufgehängt, dass ihre Spitzen auf dem Papier ruhen, während es über die Cylinder $B$ und $E$ geführt wird. In einen kupfernen, mit blauer Tinte gefüllten Trog $R^1$, von gleicher Länge wie der Cylinder, taucht das Ende eines Flanellstreifens $R^2$, welcher auf dem Halter $R$ liegt und durch eine Anzahl aus dem Stoffe selbst freigezupfter Fäden die aufgesaugte Tinte in ebenso viele Federn träufeln lässt. Anstatt die Fäden aus dem Flanell zu nehmen, kann man auch andere aus gleichem Stoffe

bestehende anwenden, welche man entweder durch ein paar Stiche auf $R^2$ näht, oder einfach darauf presst. Sollen einige Federn rothe Linien ziehen, so werden kleine Tröge mit rother Tinte in den grössern Trog $R^1$ gehängt und die betreffenden Federn daraus mit besonderen Fäden gespeist. Die an dem Gestelle befestigten Springfedern $V$, Fig. 937, üben einen leichten Druck auf die Klammern und damit auf die Federn aus.

In Fig. 942 ist der Federkamm einer Kopflinie verkleinert abgebildet, mit welchem die breiten, rothen Geschäftsbücherköpfe gezogen werden. Wie man sieht, besteht derselbe aus drei Federn, von denen zwei ganz eng zusammengebogen sind. Aus diesen zwei Federn fliesst die Tinte zu einer einzigen rothen Linie zusammen, der breiten Kopflinie, während die einzelnstehende dritte Feder die längs der breiten Kopflinie laufende dünne Linie zieht. Wünscht man die breite Kopflinie noch dicker zu ziehen, so kann man drei Federn vereinigen, neben welchen die vierte dünne freisteht. Oft lässt man hinter der breiten Kopflinie her noch eine gleichbreite, aber nicht mit Tinte gefüllte laufen, welche den Zweck hat, die Tinte der Linie gleichmässig zu vertheilen, um so zum Beschleunigen des Trocknens beizutragen.

Fig. 942.

Das Einsetzen der Federkämme in die Halter muss so geschehen, dass alle Spitzen genau eine gerade Linie bilden, und dass die Spitzen an einem Ende genau soweit aus dem Halter hervorstehen wie am andern. Dadurch wird ein gleichmässiger Ansatz an der Bogenkante erreicht. Die Feder zur Kopflinie setzt man stets so ein, dass die breite Linie nach aussen, die dünne nach der Zeilen-Liniatur hin gerichtet ist. Ueber der Kopflinienfeder, nicht weit von derselben entfernt, wird in der Regel noch eine Feder zu einer blauen Querlinie eingesetzt.

Es wird sich häufig herausstellen, dass die gezogenen Linien nicht gleich dick sind, und dass die Federn desshalb Nachhilfe brauchen. Man nimmt eine Pincette oder eine Drahtzange und kneift mit derselben alle die Federn zusammen, welche dicke Linien ziehen, wogegen man alle dünnziehenden Federn erweitert, indem man mit einem an einer Seite papierdünn geklopften Messingblech die Rinne herunterfährt. Hiermit fährt man so lange fort, bis alle Linien genau gleiche Dicke haben. Dieses Gleichmachen ist eine höchst langweilige Arbeit, die Federn ziehen aber danach meist stundenlang fort, bevor wieder eine versagt oder die Tinte zu dick fliessen lässt.

Nachdem jede Seite des Papiers auf einem der Cylinder $B$ und $E$ von einer Reihe Federn liniirt wurde, müssen häufig, besonders für Geschäftsbücher und Rechnungen, noch Abtheilungs- (Kolumne-) Linien quer über die anderen gezogen werden. Da aber der Kopf gewöhnlich frei bleiben soll, dürfen diese Abtheilungslinien nicht ganz durchgezogen werden, sondern müssen an der Kopflinie enden. Zu diesem Zwecke wird auf einer freien Stelle des Halters $R$, gewöhnlich in der Mitte, ein Träger $S$ (Fig. 939) angebracht, worin mit Stellschraube ein Bolzen $S^1$ befestigt ist, auf dessen vorderes Ende die Gabel $S^2$ mit dem darin hängenden Stahlröllchen $S^3$ geschraubt ist. Auf der Oberfläche dieses Röllchens ist ein Lederstreifen $S^4$ befestigt, in dessen vorderes Ende eine Kerbe geschnitten ist. Die Federn $Q^1$ sind so gestellt, dass ihre Spitzen auf dem Papier ruhen und Linien ziehen, so lange auch das Röllchen $S^3$ darauf liegt. Das bereits liniirte Papier wird jetzt so auf das Zuführtuch $A$ gegeben, dass seine Linien mit

den Cylinderachsen parallel laufen, dass also die frisch eingesetzten Federn Abtheilungslinien ziehen, welche senkrecht zu ihnen stehen. Sobald ein Bogen das Röllchen $S^3$ erreicht, stösst er mit seinem vorderen Rande in die Kerbe oder den Ausschnitt des Lederstreifens $S^4$, nimmt ihn mit, schiebt ihn dadurch zwischen das Röllchen und das Papier, veranlasst eine schwache Hebung des Halters $R$ mit den Federn $Q^1$ und unterbricht das Liniiren. Sobald der Bogen um die Länge des Lederstreifens $S^4$ unter $S^3$ durchgegangen ist, nimmt der nackte Theil des Röllchens seinen Platz auf dem Papier wieder ein, die Federn liniiren wieder, der Streifen $S^4$ wird mit dem Röllchen in seine ursprüngliche Stellung gedreht und behält sie bei, bis er von dem nächst ankommenden Bogen wieder mitgenommen wird. Der freigelassene Theil oder der Kopf des Bogens muss dadurch genau so lang wie der Lederstreifen $S^4$ von der Kerbe bis zum Ende werden.

Diese Liniirmaschine wird stets, wie schon auf Seite 1008 erwähnt wurde, mit Bogen von doppelter Breite gespeist, welche auf dem Cylinder $E$ durch ein Kreismesser $T$, Figg. 936 u. 937, dessen Welle in Lagern $T^1$ läuft, entzweigeschnitten werden. Der Cylinder $E$ ist durch eine gusseiserne Platte, deren Form aus Fig. 937 ersichtlich ist, in zwei Hälften getheilt, und gegen diese Platte läuft das Messer $T$ anstatt, wie bei der Papiermaschine, gegen ein zweites Kreismesser.

Damit die Bogen winkelrecht geschnitten und liniirt werden, müssen sie in genau richtiger Lage auf das Zuführtuch $A$ gelegt werden, und um dies zu erleichtern, ist das Winkelbrett $X$ auf das Gestell geschraubt. Ein anderer Winkel aus Zinkblech $X^1$, dessen waagerechter Theil unter das Tuch $A$ geschoben wird, ist an den senkrechten Theil von $X$ genagelt. Die Bogen werden so aufgegeben, dass einer ihrer Ränder längs dieser Führung hingleitet, und die Bolzenlöcher von $X$ sind ausgeschlitzt, damit die Führung für verschiedene Papierbreiten verstellt werden kann.

Sehr viel Briefpapier wird nur auf drei Seiten liniirt, d. h., die Linien werden auf einer der Plano-Seiten nur zur Hälfte durchgezogen. Dies wird dadurch bewirkt, dass man jeden auf $A$ gelegten Bogen von seinem Nachfolger zur Hälfte verdecken lässt, und dadurch den Federn des ersten Cylinders $B$ nur die halbe Länge des Blattes offen hält. Da jedoch die Linien auf der anderen Seite ganz durchgezogen werden sollen, lässt man den Cylinder $E$ doppelt so rasch als $B$ laufen, so dass er die zwischen $F$ und $E$ eintretenden Bogen einzeln hervorzieht und sie getrennt weiterführt.

Das vorstehend Gesagte konnte beinahe unverändert der ersten Ausgabe dieses Buches entnommen werden, weil die Hickok'sche Maschine gar keine grundsätzliche Veränderung erfahren hat. Die zahlreichen Fabrikanten, welche sich auch in Europa mit dem Bau von Liniirmaschinen beschäftigen, fertigen dieselben in den verschiedensten Formen und für alle möglichen Zwecke an, haben aber den Grundgedanken unverändert gelassen. Die eincylindrigen Maschinen, welche das Papier nur auf einer Seite liniiren und andere für den Bedarf der Geschäftsbücher-Fabriken sowie für Kundenarbeit eingerichtete Maschinen bleiben hier unberücksichtigt, weil sich die Papierfabriken nur mit Massen-Arbeit, also glatt durchlaufende Liniirung, befassen können, und desshalb die leistungsfähigsten Maschinen benutzen müssen. Einige Verbesserungen, welche ebenso für Rollen- wie für Federnmaschinen dienen, werden im Abschnitt 371 beschrieben. In der Papier-Zeitung, Jahrgang 1892, Nrn. 6, 9, 10, 12, 14, 16, 18, ist ein längerer Aufsatz über Liniirmaschinen erschienen, welcher auch die kleineren und eincylindrigen Arten behandelt.

**370. Rollen-Liniirmaschine von Létang und Brissard.** Von dieser Maschine ist

Fig. 943 ein Aufriss in 1:20 der wahren Grösse,
Fig. 944 ein senkrechter Durchschnitt in der Richtung *e*—*f*, Fig. 945,
Fig. 945 ein senkrechter Längsschnitt,
Fig. 946 ein Längsschnitt in der Richtung *a*—*b*, Fig. 947,
Fig. 947 ein senkrechter Querschnitt in der Richtung *c*—*d*, Fig. 945.
Fig. 951 perspektivische Ansicht einer von Létang und Brissard in Paris vor 1874 gebauten Maschine.

Das Papier wird hier nicht von der Hand eines Arbeiters, sondern mit einer selbstthätigen Zuführung *poussoir* eingeschoben, welche auf dem vorderen Theile des Gestells *A* angebracht ist. Die senkrechten, mit Zahnstangen *g* versehenen Füsse *c* des Tisches *a*, worauf das Papier in Päcken niedergelegt wird, können in den, am Gestell *A* befestigten, Geleisen *d* auf- und niedergleiten. An den Geleisen *d* sind die Zapfenlager der Wellen *e* und *f*, Fig. 947, angebracht, welche den Auf- und Niedergang des Tisches durch Zahnräder vermitteln. Die Bewegung wird von der Mitte der Welle *e* durch ein kleineres Rad auf ein grösseres der Welle *f*, und von dieser durch kleine, an beiden Enden angebrachte Rädchen auf die Zahnstangen *g* übertragen. Zur Verhinderung eines willkürlichen, durch sein eigenes Gewicht veranlassten Niedergangs des Tisches ist auf der Welle *f* ein Sperrhaken angebracht, welcher in das Schaltrad *i* der Welle *e* greift. Die Verstellung des Tisches kann mit der Kurbel *h* am Ende der Welle *e* von Hand ausgeführt werden, das allmälige Aufsteigen des Tisches aber, wodurch die Oberfläche der aufgelegten Papierstösse während des Betriebs stets auf gleicher Höhe erhalten werden soll, wird durch den verlängerten Hebel *j*, Fig. 945, bewirkt, welcher von einem auf der Welle *k* befindlichen Hebedaumen eine kurze auf- und niedergehende Bewegung erhält und durch einen Schalthaken das Rad *i* dreht.

Der Antrieb der Welle *k* erfolgt durch ein ihr aufgekeiltes Zahnrad von einer Verzahnung am Ende der Trommel *H* aus, und sie überträgt ihre Bewegung mittels einer am anderen Ende befindlichen Schnurscheibe *k'* auf die Expansionsscheibe *l* der Triebwelle *m* des Zuführers. Das Papier muss rascher oder langsamer zugeführt und die Expansionsscheibe *l* nach Bedarf enger und weiter gestellt werden, je kürzer oder länger die Bogen sind. Damit die Schnur oder Triebsaite bei jeder Ausdehnung oder Verengung der Scheibe *l*, ohne Veränderung ihrer Länge, gespannt erhalten werden kann, ist sie, wie aus Figg. 943 und 947 ersichtlich, über 2 Scheiben *nn* geführt, deren eine nach Erforderniss aus- oder einwärts verstellt wird.

Am anderen Ende der Welle *m*, welche die Expansionsscheibe *l* trägt, befindet sich ein Excenter *o*, Fig. 945, welches durch die Stange *p* und die von der Welle *s* ausgehenden Hebelarme *q* und *r* der Führungsstange *t* eine hin- und hergehende Bewegung ertheilt. Die Stange *t* ist mit einer Stellschraube in einer Hülse am oberen Ende des Hebelarms *r* befestigt, und trägt an ihrem vorderen freien Ende ein Querstück *u* mit Kautschukenden, welches die Hand des Arbeiters vertritt, indem es, auf dem Papier liegend, Blatt für Blatt vorwärts schiebt, Fig. 951.

In das rückseitige Ende jedes auf *a* liegenden Papierstosses ist eine feine Stahlklinge gesenkt, welche von den zu oberst liegenden Bogen eine genügende

Menge festhält, um zu verhindern, dass die Hand *u* mehr als einen auf einmal fortschiebt. Das eingesenkte Messer leistet hinreichenden Widerstand gegen das Mitnehmen der unteren Bogen durch die Reibung des obersten, ohne ein Hinderniss für den Vorschub des von *u* selbst erfassten Bogens zu bieten. Die Halter, deren Gewicht die Messer ins Papier presst, gleiten in Führungsstangen $b\,b^1$, welche in Schlitzen des Tisches *a* verstellt werden können. Die Messer senken sich nur wenige Millimeter vom Rande ins Papier, ihre flachen Seiten stehen genau in der Richtung des Laufs der Bogen, und die Einschnitte werden so fein und kurz, dass sie kaum bemerkbar sind. Damit die Bogen beim Einschieben genau gerade Richtung beibehalten, lässt man sie an einem verstellbaren seitlichen Führungsbrett $a^1$, Fig. 947, hingleiten.

In den oberen Theilen der an das Gestell *A* geschraubten Träger *v*, deren untere Enden zur Aufnahme der Welle *s* dienen, ist eine zweite Welle *w* gelagert, von deren Mitte ein gekrümmter Hebel *x* ausgeht, welcher der Führungsstange *t* bei ihren Hin- und Hergängen als Stütze dient, ihr aber freie Bewegung gestattet. Wird der Hebel *x* aufwärts gedreht, so hebt er die Stange *t* und ihre Hand *u* aus aller Berührung mit dem Papier und unterbricht damit das Einschieben der Bogen. Ein solches Abstellen kann durch Drehen der Welle *w* mittels des Hebels *y* rasch von Hand bewerkstelligt werden, wenn etwas an der Maschine hergerichtet werden muss, und ein mit Handgriff versehenes Stelleisen, Fig. 943, hält den Hebel *x* nöthigenfalls längere Zeit in dieser gehobenen Lage. Aber auch während der Arbeit darf die Hand *u* mit dem vorzuschiebenden Bogen nur so lange in Berührung bleiben, bis dessen vorderes Ende zwischen die Walzen *E* und *F* gelangt und von ihnen erfasst ist. Die Stange *t* muss daher während des grössten Theils des Vorgangs und überdies während des ganzen Rückganges gehoben werden. Dazu dient der am andern Ende der Welle *w* befestigte Arm *z* und der unter diesen greifende, um festgelagerte Zapfen schwingende Doppelhebel *B*, welcher von dem Excenter *o* durch die Verbindungsstange *C* regiert wird.

Die Walze *F* wird von der Verzahnung am Ende der Trommel *H* in Bewegung gesetzt und befördert mit Hilfe der auf ihr liegenden kleineren Walze *E* den eingeschobenen Papierbogen zwischen die Trommel *H* und die Leitfäden. Sobald er von diesen erfasst ist, soll er ihrer Führung unbehindert folgen und durch Heben der Walze *E* von jedem Druck zwischen *E* und *F* befreit werden. Dies bewirkt der hirschfussartige Ausläufer des Doppelhebels *B*, Fig. 946, welcher mit der Welle verbunden ist, von der die kurzen hebelartigen Träger *D* der Walze *E* ausgehen. Das Excenter *o* veranlasst somit nicht nur die Hebung der Hand *u* nach jedem kurzen Vorschub eines Bogens, sondern auch das Heben und Senken der Walze *E* in solcher Weise, dass jeder Bogen nur im Augenblick seines Eintritts von den Walzen *E* und *F* gefasst und rechtzeitig losgelassen wird.

Die Verzahnung der Trommel *H* wird durch das Rädchen *G* von einer Riemscheibe aus getrieben und greift in eine gleiche Verzahnung der Trommel *I* ein, beide Trommeln *H* und *I* sind mit Wollgewebe bekleidet und ruhen in Lagern, welche an die Gestelle *A* geschraubt sind. Ueber diese Trommeln werden die durch *E* und *F* eingebrachten Bogen zwischen zwei Reihen endloser Fäden geführt, welche um beide Trommeln *H* und *I*, sowie über je 4 Walzen *T* und *U* laufen, von denen eine als Spannwalze dient, Fig. 945. Von der über die Walzen

Fig. 943.

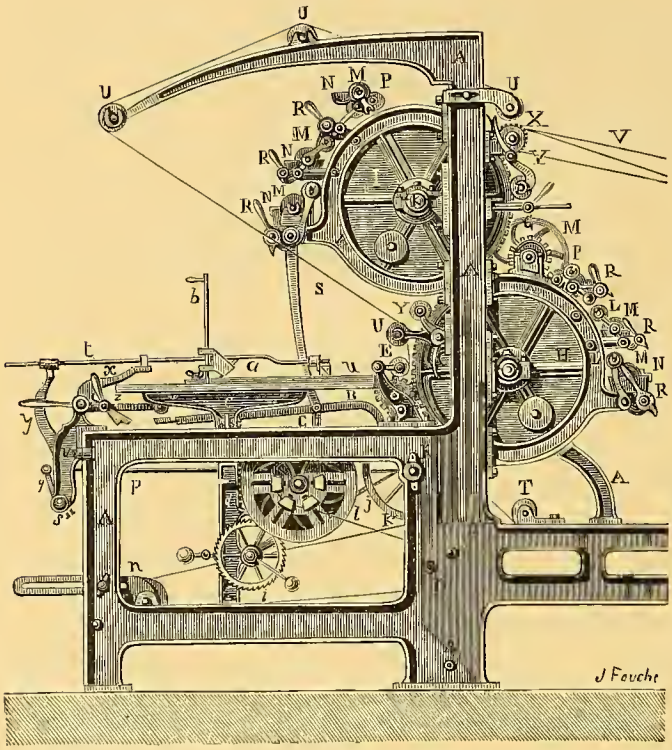
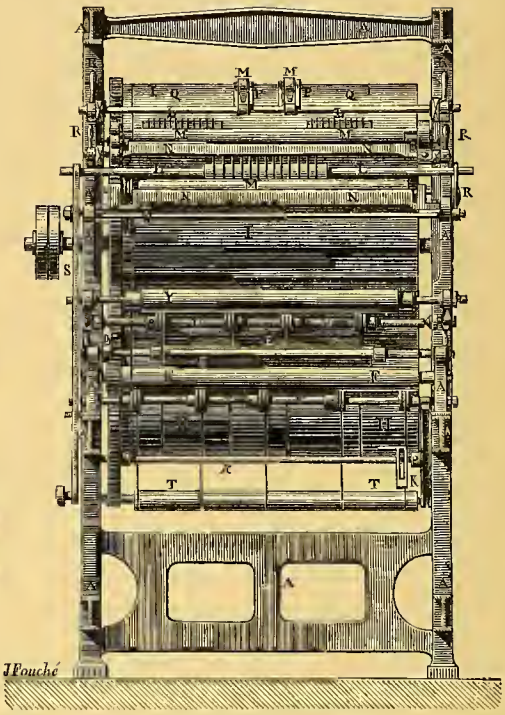



Fig. 944.



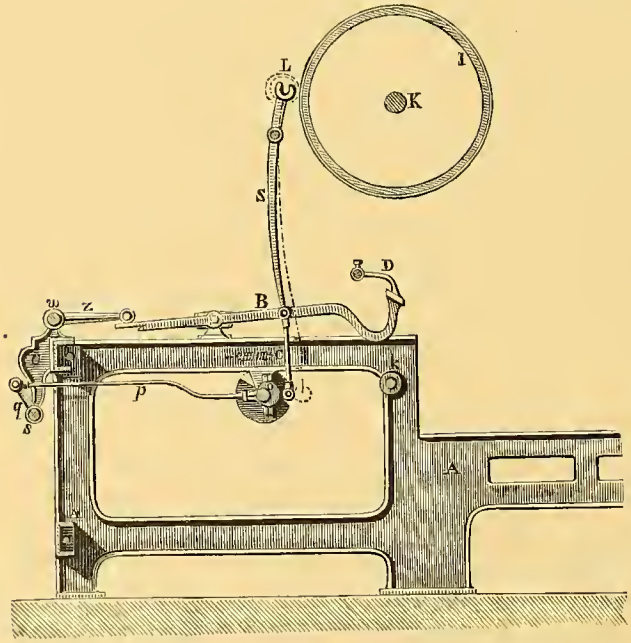



Fig. 946.

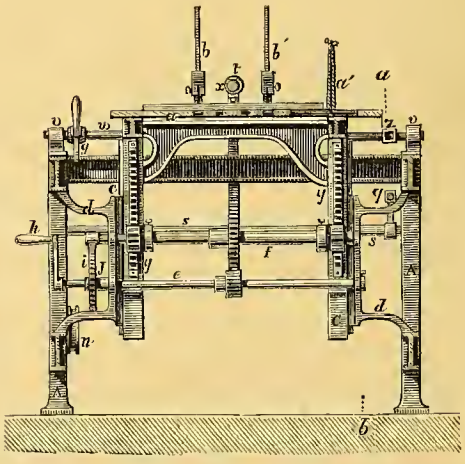
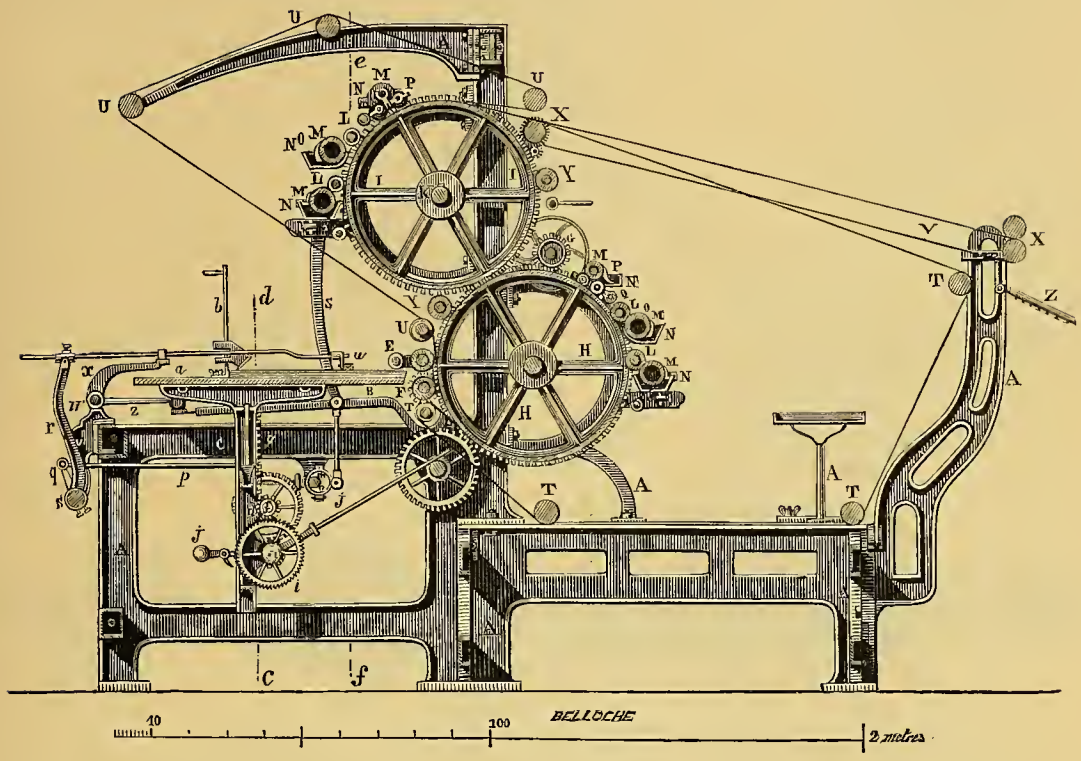


Fig. 947.

Fig. 945.




*T* laufenden Fadenreihe werden die Bogen der Oberfläche der Trommel *H*, und von den über *U* laufenden der Oberfläche der Trommel *I* angeschmiegt. Beim Verlassen der obern Trommel *I* folgt das Papier der Fadenreihe *T*, bis es von einer über die Walzen *X X* gespannten Reihe Saiten *V* abgenommen und von diesen auf den anstossenden Tisch *Z* befördert wird.

Diese französische Liniirmaschine unterscheidet sich von der vorher beschriebenen amerikanischen namentlich dadurch, dass sie die Linien nicht mit Federn, sondern mit kleinen Messingröllchen zieht, deren schmale Oberflächen von Gummiwalzen mit Tinte gespeist werden. Ein Satz solcher Röllchen ist in 1 : 12 der wahren Grösse in Längsansicht und Durchschnitt in Fig. 948 und von der Seite gesehen in Fig. 949 darstellt. Ein Tintekasten mit Speisewalze ist in 1 : 24 der wahren Grösse in Fig. 950 im Durchschnitt gegeben. Die von der Welle *L* getragenen Röllchen sind durch Scheiben getrennt, deren Stärke den Abstand der zu ziehenden Linien bestimmt; sie können für jede Art von Liniirung dienen und unterscheiden sich dadurch vortheilhaft von den Federn. Sie müssen jedoch, um richtig arbeiten zu können, mit grösster Sorgfalt hergestellt sein, namentlich soll nicht nur jedes einzelne Röllchen aufs Genaueste abgedreht und ausgebohrt werden, sondern die Durchmesser aller Röllchen dürfen auch nur so wenig von einander abweichen, dass sie für den Gebrauch als vollkommen gleich gelten können. Die Speisewalze *M* besteht aus einem mit Kautschuk überzogenen Rohr, sie ist auf dem

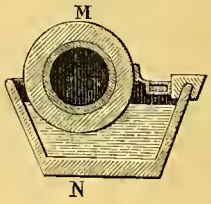
Tintekasten *N* gelagert und mit einem Zahnrädchen versehen, durch welches sie von der zugehörigen Trommel aus in Bewegung gesetzt wird. Da die Walze *M* fortwährend in die den Kasten *N* füllende Tinte taucht, nimmt sie so viel davon auf, dass der Ueberschuss durch einen Schaber abgestreift werden muss.

Die Maschine ist mit 3 Liniirvorrichtungen versehen, von denen die erste, bereits beschriebene, zu unterst an dem Gestell befestigt ist, Fig. 945, und zum Ziehen der gewöhnlichen Linien dient. Die zweite, gleichfalls mit einem Tintekasten *N*, einer Speisewalze *M* und einer Liniirwelle *L* versehene Abtheilung unterscheidet sich von der ersten dadurch, dass die Walze *M* nicht in die Tinte taucht, sondern dass ihr diese durch einen Flanellstreifen zugetheilt wird, welcher fortwährend Tinte aus dem Kasten *N* saugt. Ueberdies erhält die auf Spitzen gelagerte Walze *M* hier keinen direkten Antrieb, sondern wird nur von den Liniirröllchen, wie diese selbst, durch Reibung gedreht. Diese Abtheilung dient besonders zum Ziehen farbiger Linien.

Fig. 948.

Fig. 949.

Fig. 950.




Bei der dritten obersten Abtheilung sind kleine Tintekästchen *N* und kurze Speisewälzchen *M*, Fig. 944, in seitlichen Trägern *P* aufgehängt, welche von einem Hebelarm der Welle *Q* ausgehen. Auf diesem gabelförmigen Hebelarm sitzen die Wellen der Röllchen, welche, wie die der Walzen *M*, auf Spitzen gelagert sind und durch Reibung der Trommel und des darüber laufenden Papiers in Gang kommen. Die Farbe wird auch hier durch Flanellstreifen aus den Kästchen *N* gesaugt und den höher gelegenen Wälzchen *M* zugeführt. Mit dieser Abtheilung werden besonders nahe zusammenstehende Linien sehr rein gezogen, und man kann nach Bedarf mehr oder weniger Trägerpaare *P* mit Zubehör auf der gemeinschaftlichen Welle *Q* anbringen.

Da beide Seiten des Papiers gewöhnlich gleiche Linien erhalten sollen, sind beide Trommeln mit 3 Vorrichtungen der beschriebenen Art versehen, welche sich nur in sofern unterscheiden, als die erste oder unterste Liniirwelle *L* der zur Trommel *I* gehörigen 3 Liniir-Abtheilungen von einem Hebel *S* automatisch ausgerückt werden kann. Dieser Hebel *S* wird von einer am Gestell befestigten Spiralfeder, Fig. 946, in solcher Weise angezogen, dass sein oberes Ende mit der Welle *L* nach der Trommel *I* hin gepresst wird, während sein unteres Ende sich gegen ein auf der Triebwelle *m*, Fig. 945, sitzendes Kammrad legt. Das Kammrad macht mit der Welle *m* eine Umdrehung, während die Hand *u* einmal hin- und hergeht, während also ein Bogen unter den Röllchen der Walze *L* durchgeht. Wenn die Linien auf der Rückseite des Bogens nur zur Hälfte oder zu einem Viertel durchgezogen werden sollen, wie es z. B. bei Briefpapier häufig verlangt wird, so muss das

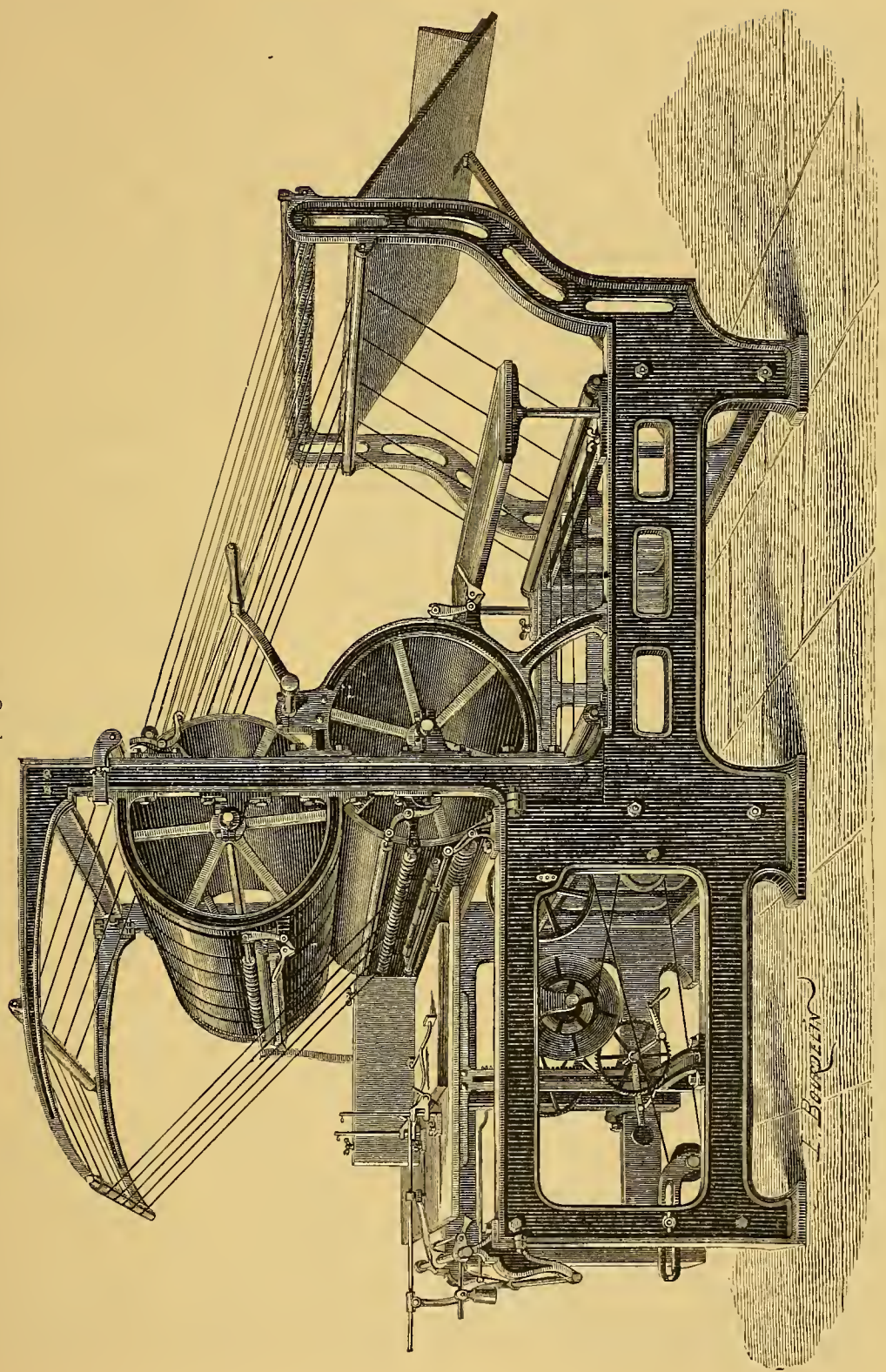


Fig. 951.

Kammrad mit Kämmen oder Erhöhungen versehen sein, welche den Hebel *S* so lange wegdrücken, dass die Liniirwelle *L* eine entsprechende Zeit ausser Berührung mit der Trommel *I* und dem darüber laufenden Papier bleibt.

Jede der Wellen *LLQ*, welche die Liniirröllchen tragen, ist mit einem Hebel versehen, welcher von dem hakenförmigen Ausläufer eines Handgriffs *R*, Fig. 943, unten erfasst und genügend verstellt werden kann, um die Röllchen ausser Berührung mit der Trommel zu setzen und dadurch die Thätigkeit der zugehörigen Abtheilung aufzuheben. Dies kann ohne Störung der Arbeit der übrigen Theile geschehen, wie auch jede einzelne Liniirabtheilung weggenommen werden kann, ohne dadurch die anderen irgendwie zu beeinträchtigen.

Zur Entfernung von Tinteflecken, die auf den Filzbezug der Trommeln gerathen sind, dient die an jeder Trommel angebrachte hölzerne Walze *Y*, Fig. 944, deren Umhüllung von schwammigem Papier die Tinte einsaugt.

Die treibende Riemscheibe ist bei der in Fig. 951 dargestellten Maschine durch eine Kurbel ersetzt, welche den Antrieb von Hand ermöglicht, falls weder Wasser- noch Dampfkraft vorhanden ist.

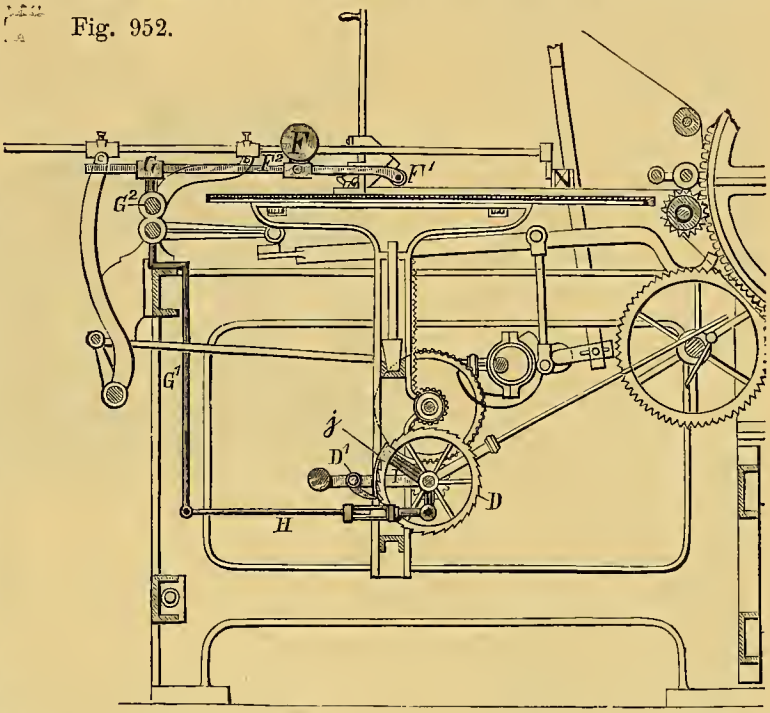
Die Ankaufskosten einer solchen Maschine stellen sich erheblich höher, als die einer amerikanischen Liniirmaschine, ihre Unterhaltung aber wird billiger, da sie ganz aus Metall gebaut ist, und da die Röllchen für jede Art von Liniatur dienen, während die amerikanische Maschine viele hölzerne Theile hat und für jede Linienweite einen besonderen Federsatz braucht. Durch die selbstthätige Zuführung wird nicht nur eine Arbeiterin erspart, sondern auch die Leistungsfähigkeit der Maschine wesentlich erhöht.

Das vorstehend Gesagte konnte unverändert der ersten, 1875 erschienenen Ausgabe entnommen werden, da die Maschine erst 1888 und nur in einzelnen Theilen Veränderungen erfahren hat. Nach dem deutschen Patent Nr. 48 618 vom 14. September 1888 hat der Erfinder, Henri Adolphe Brissard in Paris, folgende Verbesserungen eingeführt.

Damit das Papier stets in genau richtiger Lage auf die Liniirtrommeln gelange, muss es stets in genau gleicher Höhe den Walzen zugeführt werden, welche es auf die Trommeln befördern. Wie aus vorstehender Beschreibung hervorgeht, war bisher für die Einführung auf stets gleicher Höhe dadurch gesorgt, dass der Tisch, auf dem der Papierstoss liegt, bei jedem Vorschub eines Bogens durch ein Schaltwerk etwas gehoben wird. Dieses »etwas« muss genau gleich der Bogendicke sein, wenn der Zweck vollkommen erreicht werden soll, und es mag wohl manchmal vorgekommen sein, dass der Papierstoss zu viel gehoben wurde. Um dies zu vermeiden, legt Herr Brissard, wie aus Fig. 952 ersichtlich ist, auf den Papierstoss eine Rolle $F^1$, welche durch ein auf der Führungsstange $F^2$ sitzendes Gewicht *F* fortwährend niedergedrückt wird. Steigt der Papierstoss über die bestimmte Höhe hinaus, so hebt sich $F^1$ mit, und die Führungsstange $F^2$ mit ihrer Führungsnuss *G* macht eine kleine Drehung um das feste Lager $G^2$. Diese Bewegung wird durch den anschliessenden Hebel $G^1$ auf die Stange *H* und den auf der Welle des Sperrrades *D* lose gelagerten Winkelhebel *I* fortgepflanzt. Das äusserste Ende dieses Winkelhebels *I* ist mit einem Metallschuh *j* versehen, welcher kreisförmig um den Mittelpunkt des Rades *D* gebogen ist und zwischen den Zahnkranz *D* und seine Klinke tritt, wenn die Rolle $F^1$ sich hebt. Durch dieses Zwischentreten

des Schuhes $j$ wird die Schaltklinke $D^1$ vom Zahnkranz $D$ abgehoben und kann weder eine Hebung des Papiertisches mehr bewirken, noch dessen Niedergang hindern. Der Tisch mit dem Papierstoss sinkt dann vermöge seines Gewichts, bis die Oberfläche des Papierstosses wieder auf der erforderlichen Höhe steht. Dann ist auch Rolle $F^1$ durch Gewicht $F$ niedergedrückt, Hebel $G^1$ zurückgedreht und Schuh $j$ wieder hochgehoben, so dass die Schaltklinke $D^1$ in die Zähne des Rades $D$ greift und den Tisch wieder hebt.

Fig. 952.




In Fig. 953 ist die neue Einrichtung dargestellt, mit welcher jetzt der Auftrag von Farbe auf die Farbwalzen $M$ in Figg. 943, 944, 945 geregelt wird. Auf dem Rand des Farbbehälters sitzt ein Bock $Y^1$, auf dessen oberer Fläche eine Platte durch Schraube $Z$ befestigt ist. Gegen einen Absatz $Z^1$ dieser Platte legen sich die Enden zweier Plättchen, welche den aus doppeltem Flanell bestehenden Streifen $Y$ zwischen sich fassen. Da die Schraube $Z$ durch einen Schlitz der Platte greift, so kann man diese gegen die Farbwalze verschieben, dadurch den Flanellstreifen näher bringen oder wegziehen, also das Verbleiben von Farbe auf der Walze regeln.

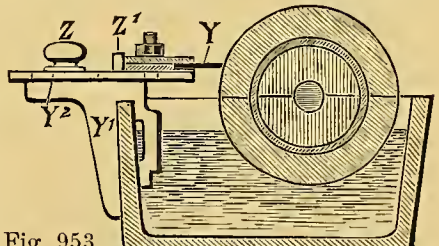


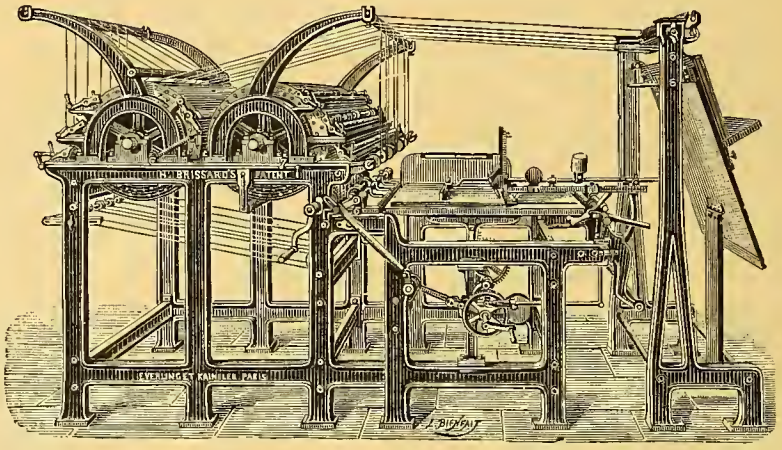

Fig. 953.

Während die in Figg. 943 bis 951 dargestellte Maschine hauptsächlich dazu dient, Briefpapier mit durchgehenden Linien zu versehen, baut Brissard die in Fig. 954 abgebildete besonders zum Liniiren von Geschäftsbüchern, deren Kopflinien häufiges An- und Absetzen erforderlich machen. Das Unterbrechen der Linien wird durch Schienen von der Länge der gewollten Unterbrechung bewirkt, welche man auf beiden Enden in eingedrehten Nuthen der Cylinder befestigt. Diese Schienen stehen soweit vor, dass sie die an beiden Enden mit starken Eisenringen versehenen Liniirwellen abheben, während sie unter ihnen durchgehen.

Um das Papier mit Längs- und Querlinien zu liniiren, um es also zu karriren oder mit vielen Kolumnen-Linien zu versehen, benützt Brissard die in Fig. 955 in 1 : 50 der wahren Grösse in ihren Haupttheilen dargestellte Maschine. Von dem Einlegetisch $A$ werden die Bogen selbstthätig über die Trommeln $BB$ geführt und auf beiden Seiten in üblicher Weise liniirt. Von hier kommen sie auf der durch

Pfeile angedeuteten Fadenbahn auf den Tisch *C*, wo sie ohne Unterbrechung ihrer Vorwärtsbewegung gezwungen werden, eine Vierteldrehung zu machen. Dann gelangen sie in das Walzenpaar *D*, welches sie einer doppelten Fadenreihe *E* übergiebt, in der sie auf dem durch Pfeile *X* angedeuteten Weg auf das zweite Trommelpaar *H* und den schrägen Ablegetisch *K* gelangen. Auf dem zweiten Trommelpaar *H* erhalten die Bogen die senkrecht zu den erst aufgetragenen stehenden Linien.

Fig. 954.



Der Tisch *C*, auf welchem die Drehung der Bogen erfolgt, ist in Fig. 956 besonders dargestellt. Das nach einer Richtung liniirte Papier wird hier zwischen den kegelförmigen Scheiben *a b c* und $a^1$ $b^1$ $c^1$ durch den Druck der oberen Scheiben mitgenommen, um einen rechten Winkel gedreht und dann von einem (nicht gezeichneten) Flügelrädchen durch Reibung an die Führungsleiste *g* gedrängt. Die Oberflächen der Scheiben *a b c* liegen in einem Kegel, dessen Spitze in *S* punktirt angedeutet ist. Die Bogen werden dadurch gedreht und durch die Führungsleiste *g* gezwungen, genau senkrecht zu ihrem früheren Lauf hinzugleiten, bis sie auf das zweite Trommelpaar *H* (Fig. 955) gelangen. Mit zwei auf solche Art vereinigten Maschinen soll man 20 pCt. mehr leisten können, als mit zwei einzelnen Maschinen, und die Führung der Bogen soll eher sicherer sein, als wenn sie zweimal eingeführt werden müssen.

Fig. 955.

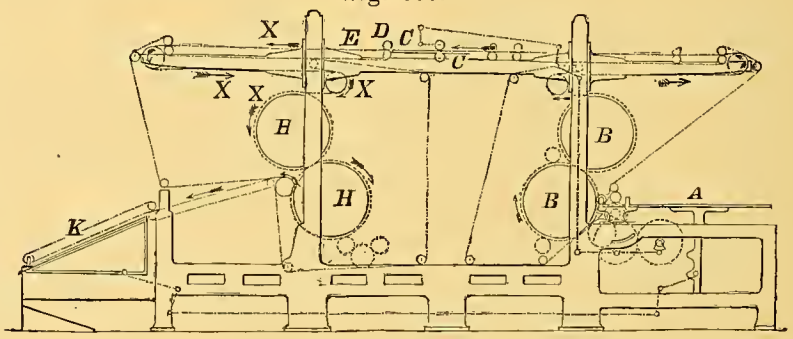
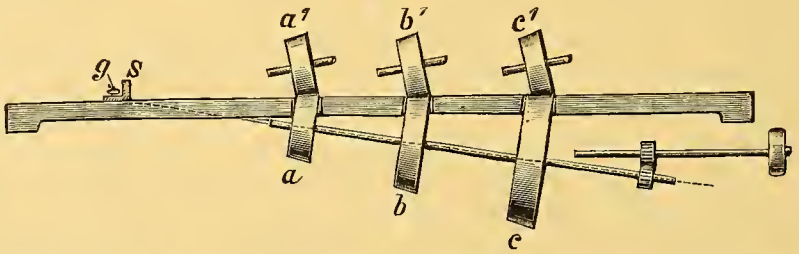



Fig. 956.



**371. Deutsche Liniirmaschinen.** In Deutschland beschäftigt sich eine Reihe von Firmen mit dem Bau von Liniirmaschinen, bei denen theils Federn, theils Röllchen angewandt werden. Als Regel gilt bei der Auswahl des Systems, dass für Massenarbeit, und besonders für glatt durchgehende Linien Röllchen, für häufige Aenderungen und verwickelte Arbeiten mit Kopf- und Säulenlinien Federn am zweckmässigsten sind. Die deutschen Erbauer haben die amerikanischen Federn und französischen Röllchen unverändert übernommen und nur den allgemeinen Aufbau der Maschinen in verschiedenster Weise abgeändert. Sie haben sich besonders bemüht, das mit Linien versehene Papier einen langen Lauf machen zu lassen, währenddessen die Farbe der Linien völlig trocknen kann, ohne dass die Maschine dadurch umfangreicher wird; es ist sogar gelungen, dabei die von der Maschine bedeckte Grundfläche noch zu vermindern.

Kein Arbeiter kann die Papierbogen von Hand stets so in die Liniirmaschine schieben, dass sich einer dicht an den andern schliesst; zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Bogen wird vielmehr häufig freier Raum bleiben. Die dem Liniircylinder anliegenden Federn oder Röllchen hören jedoch nicht auf, ihre Linien zu ziehen, wenn nach einem liniirten Papierblatt ein solcher Zwischenraum kommt; sie ziehen dann ihre Linien auf dem blosliegenden Theil der filzbekleideten Trommel, beschmutzen diesen also mit Tinte, die dann von folgenden Bogen aufgenommen werden kann und dieselben verdirbt. Um diesen Fehler zu vermeiden, bringt Brissard die Löschwalze *Y*, Fig. 944, an, welche die Tinte aufsaugen soll, aber vielleicht diesen Dienst nicht immer mit erwünschter Vollkommenheit versieht. Bei den neueren deutschen Maschinen wird meistens ein *Liniirtuch* angewandt, welches selbständig um jeden Liniircylinder läuft und diesen bedeckt, soweit die Bogen auf ihm liegen. Dieses Liniirtuch, welches auch mit Löschwalze versehen ist, nimmt also die in Zwischenräume der Bogen fallenden Linien auf, giebt ihnen aber Zeit einzutrocknen, so dass sie nicht mehr abfärben können. Damit dieses sicher geschieht, muss das Tuch ziemlich lang sein, so dass jeder Theil, jede darauf gebrachte Tintenlinie einen langen Weg macht, ehe die Stelle wieder mit Papier in Berührung kommt. Verf. hat auch schon Liniirmaschinen gesehen, bei denen Tuch und Papier mit Gasflammen und auf andere Art von unten her erwärmt wurden.

In Nrn. 6, 9, 10, 12, 14, 16 und 18 des Jahrgangs 1892 der Papier-Zeitung sind Liniirmaschinen von Förste & Tromm, sowie A. Flaskämper in Leipzig und E. C. H. Will in Hamburg-Eppendorf beschrieben, welche nach Wunsch mit Federn oder Röllchen ausgestattet werden und zu verschiedenen Zwecken dienen.

Nachstehend folgt beispielsweise Zeichnung und Beschreibung einer Willschen Maschine, die zum Liniiren auf beiden Seiten und für Massenarbeit bestimmt ist. In dem Längsschnitt Fig. 957 sind die Liniirtücher mit durchlaufenden Linien — gezeichnet, die oberen Fadenzüge mit Punkten . . . . . , die unteren Fadenzüge mit durchbrochenen Linien — — — — — und die den Trockengang bildenden breiten Bänder mit Strichen und Punkten . — . — . —

Das endlose Liniirtuch des ersten Cylinders *E* läuft über Walze *4*, von da nach rechts über die verstellbaren Walzen *0* und *00*, dann unter der Walze *3* weg auf den Liniir-Cylinder *E;* von diesem unter Walze *17*, über Walze *33*, von da nach unten unter Walze *16*, von welcher aus es nach Walze *4* in sich selbst zurückkehrt.

Das endlose Liniirtuch des zweiten Cylinders *F* läuft von Walze *11* (Mitte der Maschine) über Walze *18* unter den Cylinder *F*, geht um diesen herum und läuft dann wieder nach links um Walze *12*; von da steigt es auf zur Walze *21* nach *24*, läuft dann um Walze *25* herum nach *22* und kehrt von da nach unten zur Walze *11* in sich selbst zurück. Die Liniirtücher beider Cylinder laufen getrennt, und um gleiche Umdrehungs-Geschwindigkeit der Cylinder zu erzielen, sind beide durch zwei zwischengeschaltete (in der Zeichnung weggelassene) Zahnräder verbunden.

Der obere Fadenzug, welcher aus dünnen Schnüren gebildet ist, läuft von oben her über Walze *5*, der untere, gleichfalls aus dünnen Schnüren bestehend, von unten her über Walze *4* auf dem Liniirtuch nach dem Cylinder. Das vom Einleger in die Maschine beförderte Papier tritt zwischen Walzen *4* und *5* ein, gelangt also zwischen den oberen und unteren Fadenzug und liegt mit diesem auf dem ersten Liniirtuche. Liniirtuch und Fadenzüge werden durch die verstellbare Walze *0* straff gespannt, dadurch wird das Papier in seiner Lage festgehalten und läuft mit dem Tuch und den Fäden nach dem Cylinder *E*. Hinter Walze *00* geht das Liniirtuch nach unten über Walze *3*, wodurch ein festeres Anlegen desselben an den Liniir-Cylinder erzielt wird, das Papier mit den Fadenzügen dagegen geht den geraden Weg unter Walze *000* weg auf den Cylinder. Dort wird es vom ersten Rollen-Apparat *A* mit der einen, vielleicht blauen, vom zweiten Apparat *B* mit der anderen, vielleicht rothen Farbe auf der ersten Seite liniirt.

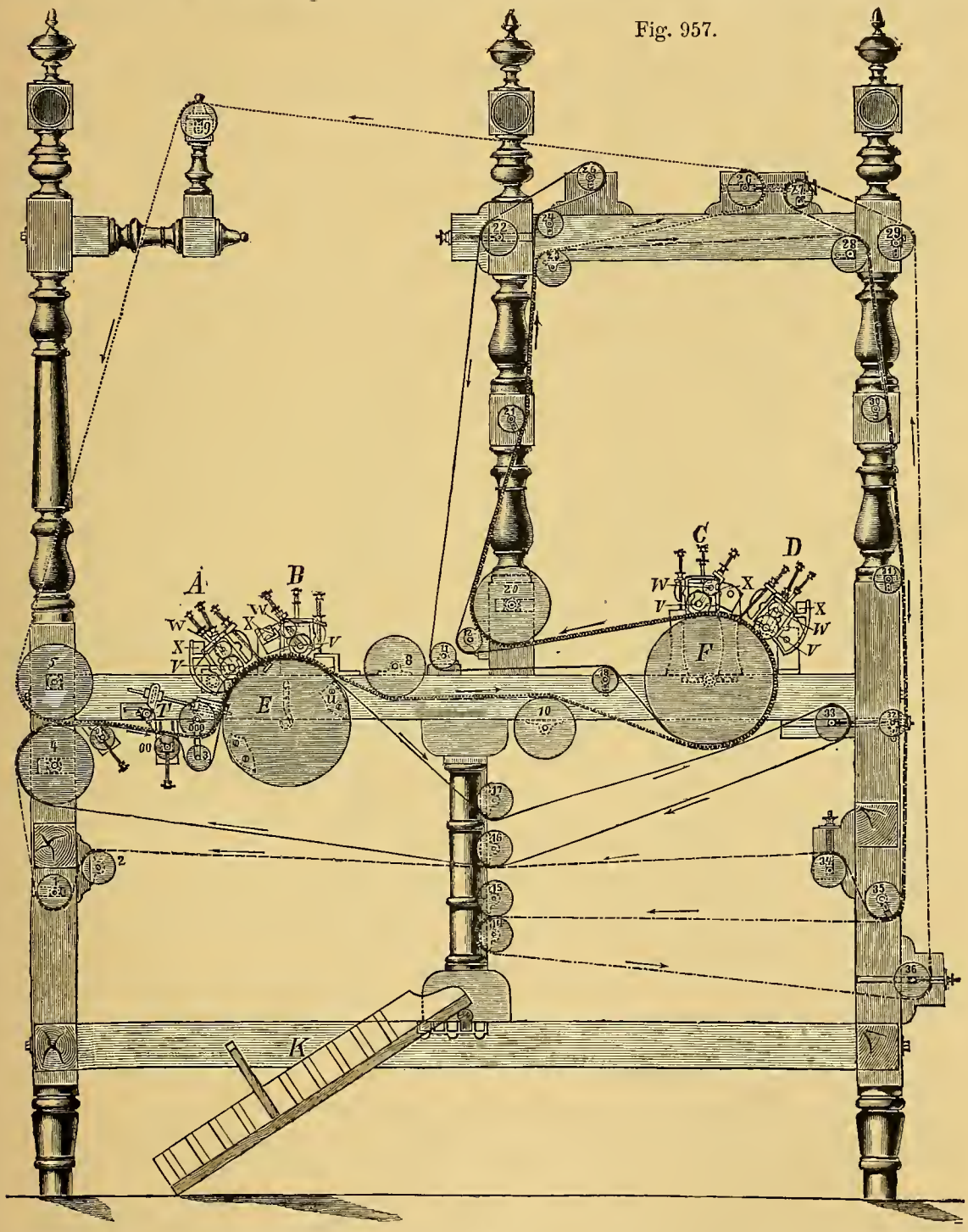
Hinter dem Cylinder trennt sich das erste Liniirtuch von den Fadenzügen und den zwischen ihnen liegenden Papierbogen. Letztere werden von den Fadenzügen unter der Löschpapierwalze *8* weggetragen und laufen hierauf über Walze *10* von unten auf den zweiten Liniir-Cylinder *F*, wo sie mit dem zweiten Liniirtuch zusammentreffen und mit der liniirten Seite auf dieses zu liegen kommen. Die noch nicht liniirte Seite des Papiers liegt nun nach oben, geht unter dem dritten Rollen-Apparat *D* hinweg und wird hier blau liniirt, sodann vom vierten Apparat *C* roth.

Nun ist das Papier auf beiden Seiten liniirt. Es läuft, auf dem zweiten Liniirtuche sowie immer noch zwischen den oberen und unteren Fäden liegend, nach links zur Löschpapier-Walze *20*. Damit das liniirte Papier durch das Liniirtuch nicht zu fest mit seinen frisch gezogenen Linien an die Walzen gepresst wird, trennt sich das Liniirtuch und geht über Walze *12*, während die Fadenzüge mit dem Papier über Walze *20* gehen. Hinter dieser trifft das Lauftuch wieder mit den Fadenzügen zusammen, und das Papier wird nun aufwärts nach Walze *23* getragen. Es läuft dabei an der etwas nach aussen stehenden Walze *21* vorbei, welche straffes Anspannen des Tuches und der Fäden bewirkt und dadurch Heruntersinken der aufsteigenden Bogen verhindert.

Vor Walze *23* trennt sich das Liniirtuch von den Fäden, und hinter der Walze trennt sich auch der obere Fadenzug vom unteren. Ersterer geht nach Walze *26*, von da nach Walze *9* und kehrt von hier nach unten zu Walze *5* in sich selbst zurück. Das Papier wird vom unteren Fadenzug weitergetragen. Dieser geht zunächst von Walze *23* zu Walze *28*. Hier kommt von Walze *27* der aus 8 breiten Bändern bestehende Zug hinzu, der auf Walze *28* mit dem unteren Fadenzug zusammentrifft. Das Papier tritt zwischen beide und wird von ihnen nach unten an Walzen *30, 31* und *32* vorbei nach Walze *35* getragen. Hier

trennt sich der Fadenzug von den Bändern und kehrt über Walzen *34*, *16*, *2* und *1* nach Walze *4* in sich selbst zurück. Die breiten Bänder tragen das Papier nach

Fig. 957.




Walze *14*, wo es zwischen dieser und Walze *15* herausfällt und in dem schräg

stehenden Fallkasten *K* zu Stössen aufgeschichtet wird. Die Bänder dagegen kehren von Walze *14* über Walzen *36* und *29* nach Walze *27* in sich selbst zurück. Zum Spannen der Fäden sowie der Liniirtücher dienen verstellbare Walzen *22*, *26*, *33*, *34*, *36* und *0*.

Die auf den Liniir-Cylindern liegenden Rollen-Liniir-Apparate *A*, *B*, *C*, *D* sind wie bei der Brissard-Maschine mit auf Wellen sitzenden Röllchen *V* und mit kautschukbekleideten Farbwalzen *W* versehen.

Letzteren wird die Tinte durch Flanellstreifen zugeführt, die mit einem Ende in die Farbkasten *X* und mit dem anderen auf die Farbwalzen *W* gelegt sind. Die Farbwalzen lagern zu den Liniirrollen etwas schräg und nicht senkrecht über denselben, wodurch ein Zusammenlaufen der Tinte bei nahe beieinander liegenden Liniir-Rollen zu einer Linie möglichst verhindert wird.

Das Ausheben des Rollen-Apparates bei abgesetzten Linien wird durch Absatzeisen oder Knaggen bewirkt, die man an den Liniir-Cylinder schraubt. Das Stellen findet nur an einer Seite des Cylinders statt, ein Vorzug, welcher das Vorrichten der Maschine vereinfacht; denn die Liniir-Apparate sind so eingerichtet, dass sie, wenn sie an einer Seite ausgehoben sind, zugleich an beiden Seiten absetzen. Ferner besitzen die Cylinder einen kleinen Umfang von nur 80 cm, so dass also auf jede Umdrehung ein mässig langer Bogen (Doppelpropatria-Papier) geht. Ein grösserer Umfang ist nicht nöthig, da nicht unmittelbar auf den Cylindern, sondern auf den Liniirtüchern liniirt wird.

Falls die Linien nicht über das ganze Blatt gehen, sondern einen Theil des Papiers frei lassen, z. B. nur bis zum frei bleibenden Kopf eines Geschäftsbuch-Blattes gezogen werden sollen, müssen die Bogen in genau gleichen Abständen unter die Ziehfedern oder Rollen gelangen. Wenn dann das Einlegen der Papierblätter auch sorgfältig von Hand oder mechanisch ausgeführt wird, so sind die Abstände zwischen ihnen für diesen Zweck doch nicht genau genug. Zur Erzielung dieser Genauigkeit dient der in Fig. 957 nur angedeutete Streicher *T*, den man sich als einen Rechen denken kann, zwischen dessen metallenen auf dem Liniirtuch liegenden Zinken die Fäden durchgehen. Jeder ankommende Bogen stösst mit seiner Vorderkante gegen diese Zinken und wird von ihnen zurückgehalten, bis dieselben durch Drehen des Rechens einen Augenblick lang aufgehoben werden und den Bogen durchlassen. Der Rechen senkt sich sofort wieder, und seine Zinken gleiten auf dem unter ihnen weglaufenden Papier, bis sie wieder auf das Liniirtuch kommen und den folgenden Bogen erwarten. Da das Anheben des Rechens oder Streichers *T* auf mechanischem Wege und in gleichen Zeiträumen erfolgt, so muss auch der Abstand der einander folgenden Bogen genau gleich werden.

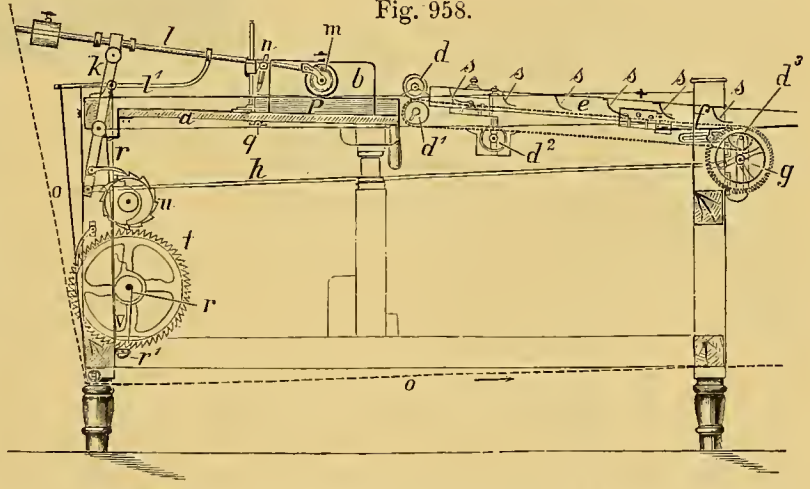
Die Gestelle sind, wie bei allen amerikanischen Schnellliniirmaschinen, aus polirtem Mahagoniholz gefertigt, die mechanischen Theile aus Messing, Stahl und Eisen, die Lager aus Rothguss.

E. C. H. Will fügt den Liniirmaschinen dieser Art den in Fig. 958 skizzirten Selbsteinleger zu, welchem eine von C. Riefenstahl, i. F. Riefenstahl, Zumpe & Co., Geschäftsbücher-Fabrik in Berlin, erdachte Bauart zu Grunde liegt.

Das zu liniirende Papier *P* wird auf den Tisch *a* gelegt und mit seiner Kante an den Winkel *b* so angestossen, dass es zu demselben etwas schräg liegt, mit dem hinteren Theil der Kante also am Winkel *b* fest anliegt, mit dem vorderen

der Liniirmaschine zugekehrten dagegen mehrere mm vom Winkel absteht. Das so aufgelegte Papier wird bogenweise, und zwar in der schrägen Richtung, in welcher es auf dem Tisch liegt, zwischen die Walzen $d$ und $d^1$ befördert. Die obere Walze $d$ ist mit Gummiringen besetzt, welche das Papier fassen und einschieben. Walze $d^1$ ist mit Walze $d^3$ durch 10 Fadenzüge verbunden, auf denen der Papierbogen nach rechts getragen wird. Walzen $d^1$ und $d^3$ stehen nicht parallel zum Liniircylinder, sondern schräg, demzufolge laufen auch die zwischen ihnen gespannten Fäden nach einer Seite ab, und damit der auf ihnen liegende Bogen. An derjenigen Seite, nach welcher dieser abläuft, steht eine Richtungsleiste $e$ genau rechtwinklig zum Liniir-Cylinder, und indem sich der nach der Richtungsleiste hinlaufende Bogen mit seiner Kante an diese anlegt, wird er gerade gerückt und gelangt in ganz genauer Lage in die Liniirmaschine. Um das Hochbiegen und Hochsteigen der Papierkanten beim Hingleiten an der Richtungsleiste $e$ zu verhüten, sind an dieser dünne Messingfedern $ss$ angebracht, welche die Bogenkanten niederhalten. Zwischen dem Einleger und der Liniirmaschine sind Messingstreifen $f$ befestigt, die gleichsam eine Brücke zwischen beiden bilden und das Papier nach der Maschine hinübergleiten lassen. Die Walze $d^2$ liegt in verstellbaren Lagern und dient zum Spannen der Fäden, sowie zum Verstellen derselben zu verschiedenen Papierformaten. Die ganze, soeben beschriebene Richtbahn des Einlegers erhält ihren Antrieb durch Riemen von Walze $d^3$, welche selbst vom Zahnrad $g$ aus in Bewegung gesetzt wird.

Fig. 958.

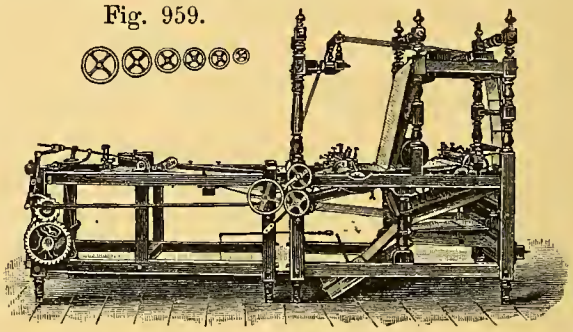



Die übrigen beweglichen Theile erhalten ihren Antrieb von einem Zahnrad der Walze 5 der Liniirmaschine Fig. 957, welches mit Zahnrad $g$ in Verbindung steht. Von einer Speiche dieses Zahnrads geht die Zugstange $h$ aus, welche dem Hebel $k$ eine hin- und hergehende Bewegung ertheilt und damit die Schieber $l$ mit Gummiröllchen $m$ regiert, welche auf dem Papierstoss $P$ liegen und bei jedem Vorgang einen Bogen zwischen die Walzen $d$ $d^1$ schieben. Jedes Gummiröllchen $m$ ist mit einem Sperrädchen versehen, welches beim Vormarsch des Schiebers $l$ von seinem Sperrhaken festgestellt wird und Drehung des Röllchens $m$ verhindert. Dann reibt sich der Gummi auf dem Papier und schiebt dieses vorwärts, und das in den Papierstoss stechende Messer $n$ verhindert, dass mehr als das oberste Blatt mitgenommen wird. Beim Rückgang dreht sich $m$ und rollt auf dem Papier zurück, ohne es zu verschieben. Wenn ein Schieber $l$ nicht arbeiten soll, wird er durch eine am Schaukelarm $l^1$ befestigte Schnur $o$ mit einem an der Liniirmaschine befindlichen Hebel ausgerückt.

Da die vordere Kante des oberen Bogens stets in gleicher Höhe mit dem

Durchgang zwischen den Walzen $d$ und $d^1$ liegen muss, so hängt der Tisch in Zapfen $q$ und wird am hinteren Ende selbstthätig fortwährend um so viel herabgezogen, dass das vordere nächst den Walzen $d$ $d^1$ liegende Ende soweit steigt, wie der Papierstoss niedriger wird. Der Tisch $a$ schaukelt sich also in den Zapfen $q$ und wird von einem am vorderen Ende angebrachten Gewicht niedergezogen, liegt also dort tief, wenn ein Papierstoss frisch aufgelegt ist. Die Schnur $r$, welche das hintere Ende herabzieht, fasst dasselbe an einem eisernen Winkel an, geht nach unten, kehrt über eine im Gestell gelagerte Walze $r^1$ wieder nach oben, wo ihr freies Ende an der durchgehenden Welle des Zahnrads $t$ befestigt ist. Dreht sich diese Welle, so wickelt sich die Schnur auf, zieht den hinteren Theil des Tisches $a$ nach unten und hebt gleichzeitig den vorderen Theil mit dem Papier. Wenn sich Rad $t$ einmal gedreht hat, soll die Schnur $r$ um so viel gekürzt sein, dass der vordere Theil des Tisches um eine Riesdicke (von 480 Bogen) gehoben ist. Um einen Ausgleich zwischen dickem und dünnem Papier herbeizuführen, ist am Tisch die Einrichtung getroffen, dass die Schnur $r$ nach Bedarf näher oder weiter entfernt vom Zapfen $q$ befestigt werden kann, wodurch eine geringere oder beträchtlichere Hebung der vorderen Tischhälfte und des daraufliegenden Papieres erzielt wird.

Fig. 959.



Die Drehung des Rades $t$ wird von dem Hebel $k$ aus durch die daran befestigte Klinke des Sperrrades $u$ bewirkt, welches nach zwölfmaligem Hin- und Hergang des Hebels $k$ eine Umdrehung gemacht hat. Bei jeder Umdrehung des Sperrrades $u$, also nach dem Einschieben von 12 Bogen, greift ein daran befestigter Zahn in die Zähne des Rades $t$, dreht dieses um einen Zahn, wickelt damit die Schnur $r$ auf und hebt das vordere Ende des Tisches $a$.

Die wichtigste von Herrn Riefenstahl erdachte Verbesserung an diesem Zuführer ist, dass das Papier in schräger Richtung gegen den Anlegewinkel läuft, sich dadurch fest dagegen legt und in genau richtiger Lage fortgeht. Wenn das Papier gerade einläuft, legt sich die Seitenkante nicht fest an den Winkel, steht mehr oder weniger von der Geradführung ab und giebt dadurch Veranlassung zu Abweichungen in der Liniirung.

Die Vereinigung des Anlegers mit der Liniirmaschine ist in Fig. 959 besonders dargestellt. Die oben links sichtbaren Räder dienen zum Auswechseln des Formatrades $g$ in Fig. 958 und bewirken, dass das Einschieben der Bogen rascher oder langsamer erfolgt, wenn dieselben kleiner oder grösser sind.

Ein Einleger, welcher in ähnlicher Weise wie der vorstehend beschriebene Will'sche arbeitet, ist der Firma Förste & Tromm in Leipzig als Zusatz zum Patent Nr. 57939 patentirt worden und in Fig. 960 dargestellt.

Der Tisch $T$, auf welchem das zu liniirende Papier $P$ aufgeschichtet liegt, hängt mit seinem vorderen der Liniirmaschine zugewendeten Theil an einer im Gestell des Selbsteinlegers fest gelagerten Welle $a$. Sein hinterer, der Liniirmaschine abgewendeter Theil ist mit einer zweiten Welle versehen, deren

beiderseitige, mit Röllchen *c* besteckte Enden auf Excentern *E* ruhen. Durch langsames, sich selbst regelndes und von Sperrrädern bewirktes Drehen dieser Excenter wird das hintere Ende des Tisches, entsprechend der abnehmenden Höhe des Papierstosses, allmälig gehoben, so dass der oberste Bogen stets tangential gegen die kleine Einführwalze 2 gerichtet ist. Eine genaue Einstellvorrichtung regelt selbstthätig den Hub, so dass man mit gleicher Sicherheit dickes und dünnes Papier einlegen kann, denn der Tisch bleibt stets an derjenigen Stelle stehen, an welcher der oberste Bogen am besten von den Walzen 1 und 2 ergriffen werden kann. Ein an der Excenterwelle *B* sitzendes Handrad gestattet bei Bedarf willkürliches Heben oder Senken des Tisches.

Winkelrechte Lage des Papierstosses wird durch Anschieben desselben gegen die eisernen Stellwände *W* und *b* bewirkt.

Der Vorschub des obersten Bogens erfolgt in ähnlicher Weise wie bei dem Will'schen Einleger.

Auf dem Papierstoss ruhen die auf einer Welle *r* verschiebbaren, mit weichem, mässig am Papier haftendem Kautschuk bezogenen Rollen *R*. Die Welle *r* ist in einem Gestänge *g* gelagert, welches mittels eines Hebelwerks *h* und einer durch ein zweites bei *B* sitzendes Excenter bewegten Stange *f* hin- und hergeschoben wird. Hebel *h* hat seinen Drehpunkt bei *d* und bei *x* ein Gelenk. Die Rollen *R* drehen sich nicht um die Welle *r*, sondern sitzen fest auf derselben. Mit dieser Welle ist ausserdem ein Sperrrädchen fest verbunden, welches eine Drehung von Welle *r* mit Rollen *R* nur nach einer Richtung gestattet, und zwar nur bei der Rückwärtsbewegung des Gestänges *g*. Bewegt sich dieses Gestänge vorwärts, so kann sich die Welle *r* mit Gummirollen *R* nicht drehen, und diese schieben deshalb, vermöge der Adhäsion des Kautschuks, den obersten Bogen zwischen die Walzen 1 und 2. Um auf eine weitere Fortbewegung dieses Bogens nicht hemmend einzuwirken, läuft die Welle der Schieberollen, sobald der Bogen von Walzen 1 und 2 gefasst ist, auf zwei auf einer Welle befestigte spitz zulaufende Arme *k*, welche gleichzeitig gehoben werden, wodurch der Bogen sofort freigegeben und ungehindert von den Fäden mitgenommen wird.

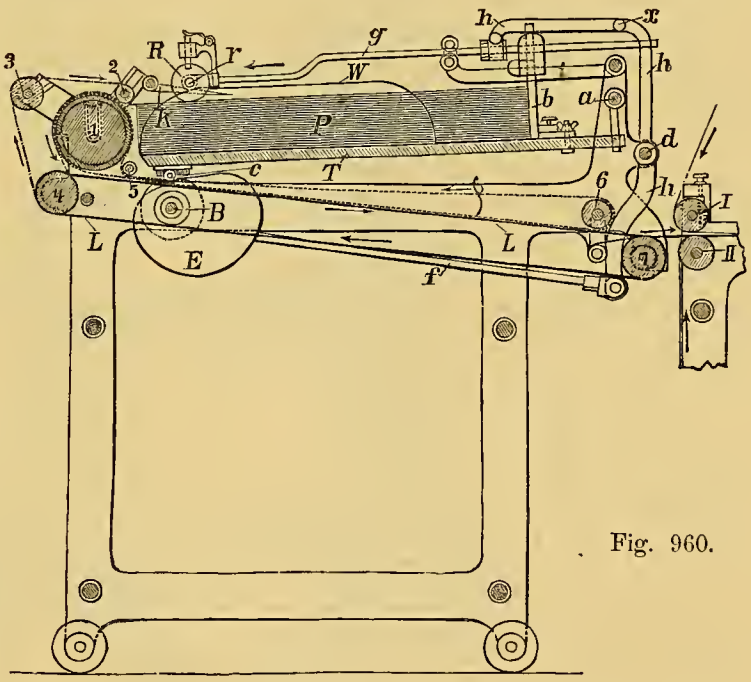



Fig. 960.

Beim Rückgange des Gestänges kommen somit die Schieberollen mit dem Papier nicht in Berührung. Ist die rückläufige Bewegung beendet, so senken sich

die Arme *k* wieder, und die Rollen liegen auf dem Papier, bereit, den nächstfolgenden Bogen vorzuschieben.

Die Fadenführung ist folgendermaassen angeordnet. Die Oberfäden . _ . _ . _ laufen in endloser Bahn über die Walzen 1, 2, 3, 4; die Unterfäden ..... laufen um Walze 1 herum, unter Leitrolle 5 hinweg und um Walze 6 herum. Die Laufbänder *L* bewegen sich um die Walzen 4 und 7. Mit Hilfe dieser Bänder, welche durch Verstellung der Walze 7 einen schrägen Lauf annehmen, werden die Bogen gerade gerichtet.

Der von den Walzen 1 und 2 ergriffene Bogen wird zunächst, dem Laufe der Fäden folgend, um die Walze 1 geführt und zwischen Walzen 1 und 4 den Laufbändern übergeben. Auf diesen wird der Bogen bis zur Walze 7 geleitet und dort zwischen die Einführwalzen I und II der Liniirmaschine geschoben. Auf diesem Wege wird jeder Bogen umgedreht und kommt mit seiner Unterseite nach oben in die Liniirmaschine.

Die im vorliegenden Abschnitt beschriebene Liniirmaschine soll, wie erwähnt, zur Anfertigung schwieriger Liniirungen mit Köpfen u. s. w. dienen. Durch diese Bestimmung ist es nöthig geworden, eine verwickelte Zuführung und Leitung der Bogen zu bauen, die entbehrlich ist, wenn man nur durchgehende Linien zu ziehen hat. Da dies in Papierfabriken in der Regel der Fall ist, so wird denselben die Brissard'sche ebenso sinnreiche wie einfache Bauart genügen, welche heute (1892), also nach etwa 20 Jahren, noch nicht übertroffen ist.

Für besondere Erfordernisse mögen die in diesem Abschnitt beschriebenen Einrichtungen Fingerzeige geben, da es zu weit führen würde, an dieser Stelle eine Uebersicht aller im Gebrauch befindlichen Bauarten zu geben. Dies wäre auch sehr schwierig, weil viele Fabrikanten ihre aus langer Erfahrung hervorgegangenen Liniirmaschinen selbst bauen und geheim halten. Ueberall findet sich jedoch bestätigt, dass für durchgehende Linien Röllchen, und für abgesetzte, schwierigere Liniirungen Federn am zweckmässigsten sind.

**372. Schneidmaschinen.** In der ersten Ausgabe, Seite 391 des Buches, ist die in Fig. 961 dargestellte, in amerikanischen Papierfabriken damals viel verwendete Schneidmaschine als Beispiel angeführt. Deren Triebwerk liegt unter dem Fussboden und führt das Messer mit zwei in den Säulen laufenden Kurbelstangen auf und nieder. Es befindet sich somit keinerlei Räderwerk oder Riemen über dem Fussboden, der Verkehr um den Schneidtisch ist unbehindert.

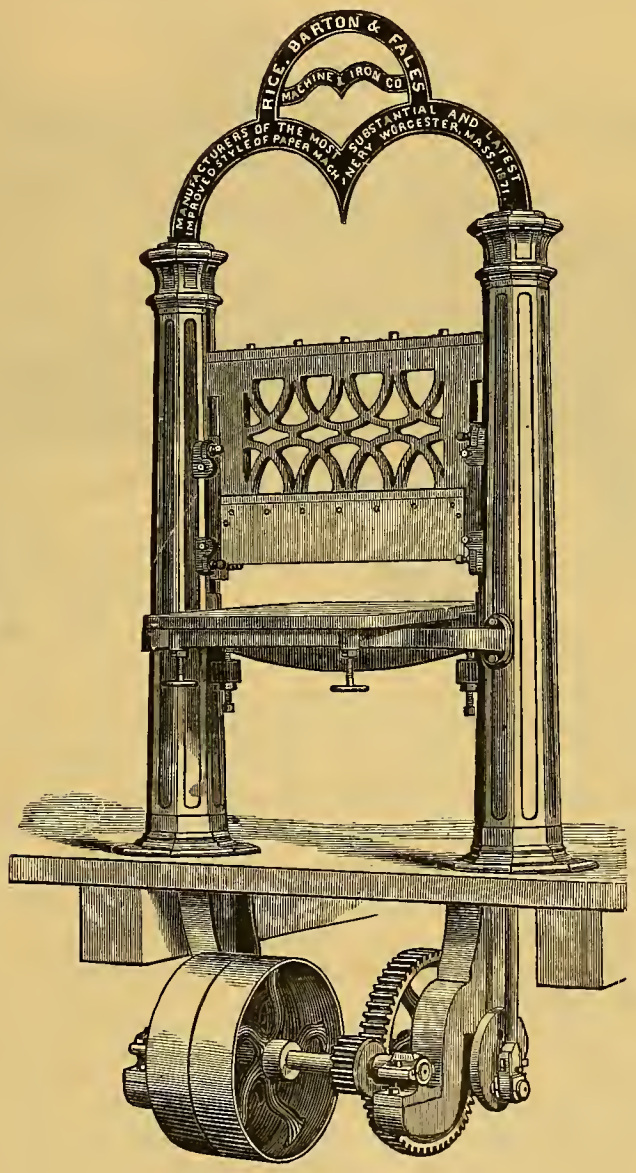
Bei einer anderen später erfundenen amerikanischen Schneidmaschine arbeitete das Messer von unten nach oben *undercut*. Die Neuerung fand zur Zeit ihrer Einführung viel Verbreitung, scheint aber wieder verlassen zu sein.

In Deutschland werden Schneidmaschinen der verschiedensten Bauart angewandt, von denen nur die Karl Krause in Leipzig patentirte, in Figg. 962 und 963 dargestellte als Beispiel angeführt werden soll. Besondere Schneidmaschinen solcher Art sind erforderlich, um kleinere Bogen aus grossen oder aus Haspelrollen genau rechtwinklig herauszuschneiden, oder um grosse Bogen zu theilen u. s. w.

Das Messer $L^1$, welches den Stoss auf dem Tisch *A* durchschneidet, ist an einen gusseisernen Träger *L* geschraubt, und geht zwischen den Gestellwänden $CC^1$ mit diesem auf und nieder. Da das Messer scheerenartig, d. h. in schräger Richtung

durch das Papier schneiden soll, so ist der Messerträger *L* mit schrägen Schlitzen oder Gleitbahnen versehen, die auf Rollen *h*, Fig. 964, auf und niedergehen. Die Rollen *h* drehen sich auf in den Gestellwänden $CC^1$ befestigten Bolzen *i*. An das untere Ende des Messerträgers *L* fasst, wie Fig. 964 zeigt, die Zugstange *M*, welche von der Kurbel *N*, Fig. 966, ihre auf- und abgehende Bewegung erhält. Der

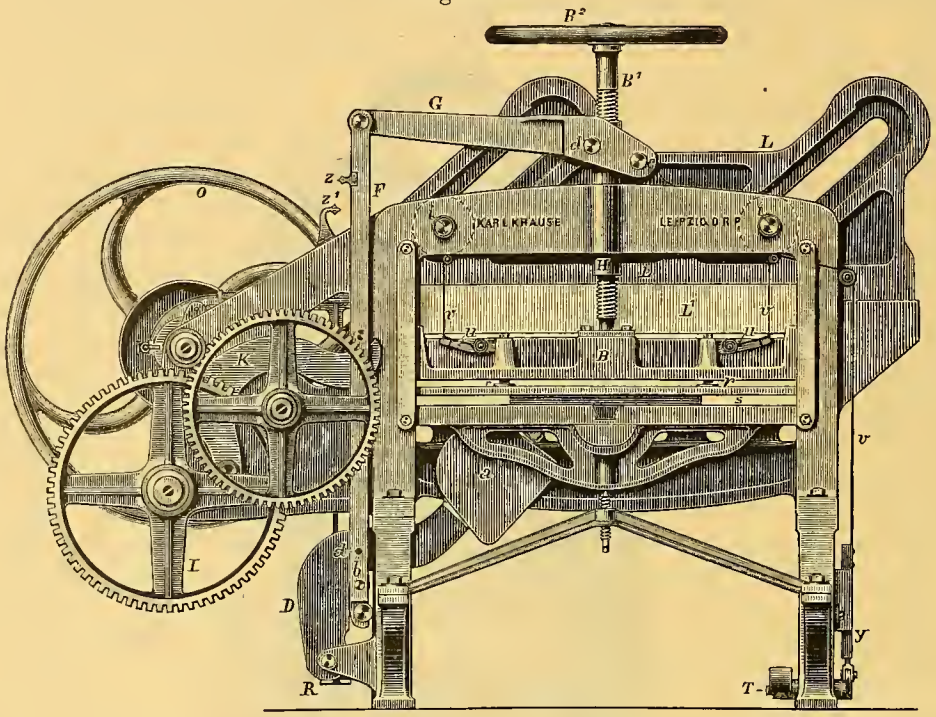
Fig. 961.




Antrieb kann von dem mit Kurbel versehenen Schwungrad *o* aus von Hand, oder durch das in Fig. 962 dargestellte doppelte Vorgelege und Riemen erfolgen. Wenn das Messer seine höchste Stellung erreicht hat, rückt die Maschine selbstthätig aus, damit man den geschnittenen Papierstoss gefahrlos entfernen oder umlegen kann.

Um einen glatten Schnitt zu erhalten, muss man den Stoss Papier dicht am Schnitt so fest zusammenpressen, dass er keine Zwischenräume mehr hat, in welche ein vom Messer angefasstes Blatt ausweichen könnte. Je mehr das Papier unter dem Druck zu einer gleichmässigen festen Masse wird, desto glatter wird

Fig. 962.




der Schnitt. Der Pressbalken *B*, Figg. 962 und 963, mit welchem dieser Druck ausgeübt wird, sitzt an der Spindel $B^1$, die mit dem Handrad $B^2$ niedergedreht wird. Der auf diese Art von Hand ausgeübte Druck genügt jedoch für viele Fälle nicht und muss durch Gewichtshebel verstärkt werden. Der aus Fig. 962 ersichtliche und in Fig. 968 besonders dargestellte, mit dem Gewicht *a* versehene Hebel *D* legt sich über eine Rolle *b* der Zugscheere *F*. Das obere Ende dieser Zugscheere ist an dem Presshebel *G* befestigt, welcher um Bolzen *c* drehbar und durch Bolzen *d* mit der Spindelmutter *H* verbunden ist, die sich lose im Gestell auf- und niederschiebt, je nachdem der Presshebel gehoben oder nach unten gezogen wird. Die Pressung bleibt bestehen, so lange das Schneiden des Stosses anhält und das Messer sich auf die hölzerne in den Vordertisch *A*, Fig. 963, eingelassene Schneidleiste $A^1$ aufsetzt. Nachdem der Schnitt ausgeführt ist, drückt der an Rad *J*, Fig. 968, angegossene Daumen *e* gegen Rolle *f* des Winkelhebels *K*, hebt diesen und damit auch die Zugscheere *F*, indem das Hebelende gegen die in der Zugscheere angebracht Rolle *g* stösst. Hierdurch wird das Hebelwerk entlastet, die Pressung hört auf, der Pressbalken bewegt sich aufwärts, und das Papier kann weggenommen werden. Um sicher zu sein, dass der grösste Druck wirklich ausgeübt wird, achte man darauf, dass die an der Zugscheere *F* angebrachte Zunge *z* in der in Fig. 968 punktirt gezeichneten Lage die am Gestell sitzende Zunge $z^1$

trifft. Der Haupt-Vortheil dieser selbstthätigen Gewichtshebel-Pressung besteht darin, dass sie zur Ausübung eines Druckes von 2000 bis 3000 kg nur wenig Kraft braucht, und diese nur beim Leerlauf der Maschine. Es ist die Kraft, welche zum Heben des beim Schneiden niedergehenden Gewichts $a$ erforderlich ist.

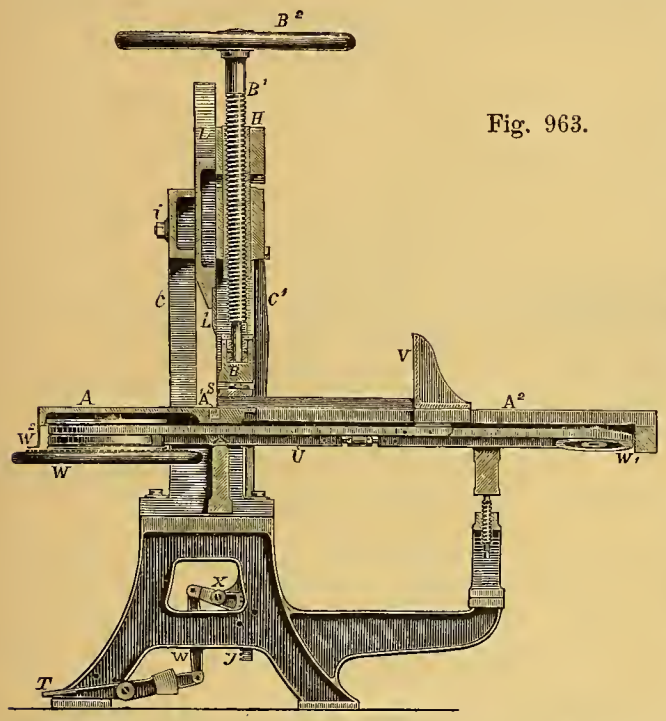
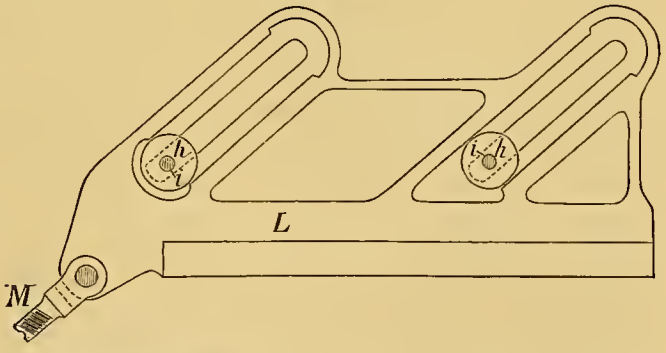



Fig. 963.

Wenn man den Bolzen $d^1$ durch die Zugscheere $F$ und den Gewichtshebel $D$ steckt, wird die Selbstpressung unwirksam, und man kann die Handpressung allein benutzen, wie bei einfacheren Schneidmaschinen.

Die Maschine ist mit dem aus Fig. 962 ersichtlichen Schnittandeuter versehen, der zum genauen Einstellen des Papierstosses dient, wenn der Schnitt genau nach einer bestimmten Linie erfolgen soll. Er besteht aus einer Platte $s$, welche mit zwei Bolzen $r$ senkrecht in dem Pressbalken $B$ geführt wird und dessen leicht beweglichen Vortrab bildet. Jeder Bolzen $r$ hat einen länglichen Schlitz, in welchen ein Arm eines Doppelhebels $u$ greift, während der andere von einer Spiralfeder niedergedrückt wird und damit Platte $s$ gegen Balken $B$ heraufzieht. Will man sich beim Stillstand der Maschine überzeugen, ob das Papier richtig liegt, so muss man den Schnittandeuter $s$ darauf niederbringen, nöthigenfalls den Papierstoss verschieben und wieder probiren, bis derselbe die gewünschte Lage hat. Zum Niederbringen von $s$ bedient man sich des Fusstritts $T$, Fig. 963, dessen Bewegung durch Stange $w$ und Zahnsegment $x$ auf Zahnstange $y$ und die Stahlbänder $v$, Fig. 962, übertragen wird, welche die Enden der Doppelhebel $u$ heben und damit Platte $s$ nach unten drücken.

Fig. 964.




Zum selbstthätigen Ausrücken der Maschine dient die in Figg. 965 und 966 dargestellte, auf der Antriebswelle $k$ sitzende Klauenkupplung, von welcher eine Hälfte $l$ an der Antriebscheibe $P$ befestigt ist, während die andere Hälfte $m$ lose auf der Welle sitzt und in einen zum Gestell gehörigen Bremskegel $m^1$ geschoben werden kann, welcher die lebendige Kraft der bewegten Theile nach dem Ausrücken schnell

aufzehrt. Das Hin- und Herschieben der losen Klauenhälfte $m$ erfolgt von der Ausrückwelle $Q$ aus, deren Gabel von der Feder $n$ nach einer Seite gezogen wird, so dass die Kupplung immer das Bestreben hat, sich zu lösen, d. h. die Maschine auszurücken. Die Ausrückwelle $Q$ wird dem Einfluss der Feder $n$ während des Schneidens dadurch entzogen, dass ein auf ihr befestigter Arm $Q^1$, der in Fig. 967 in aus- und eingerückter Lage dargestellt ist, gegen die kleine Kurbel $o^1$ stösst und

Fig. 965.

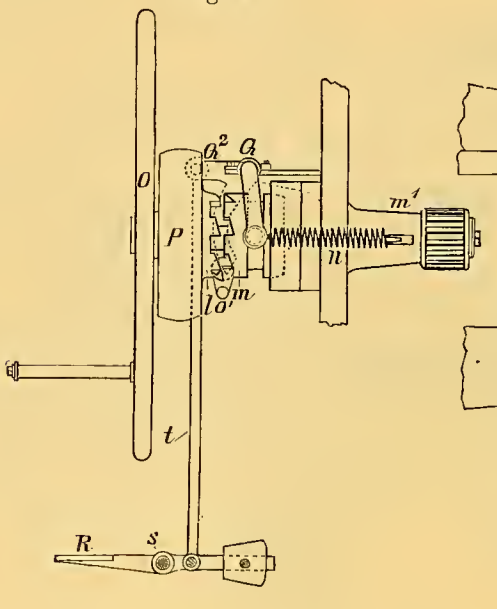
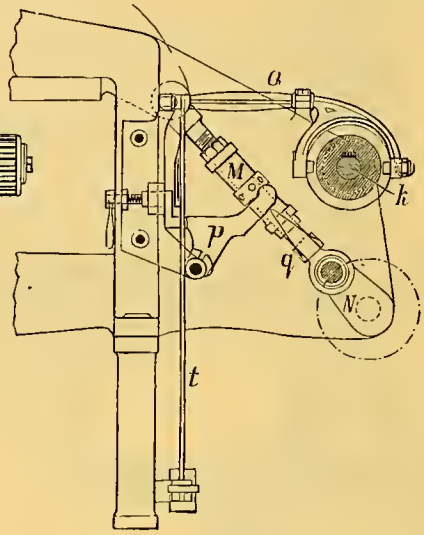


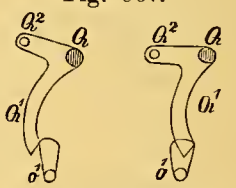

Fig. 966.




von dieser festgehalten wird, bis der Hebel $p$, Fig. 966, sie zurückschiebt. Dieses Zurückschieben von $p$ und Ausrücken der Maschine erfolgt durch Finger $q$, welcher auf der Zugstange $M$ sitzt und, wie Fig. 966 zeigt, am Ende der Aufwärtsbewegung des Messers auf den Hebel $p$ stösst. Zum Wiedereinrücken dient Fusstritt $R$, Fig. 965, welcher sich unter dem Druck des Fusses um $S$ dreht, dabei die Stange $t$ nach oben schiebt und mit einem zweiten Arm $Q^2$ der Ausrückwelle $Q$ diese in Drehung versetzt und damit die lose Kupplungshälfte in die feste schiebt.

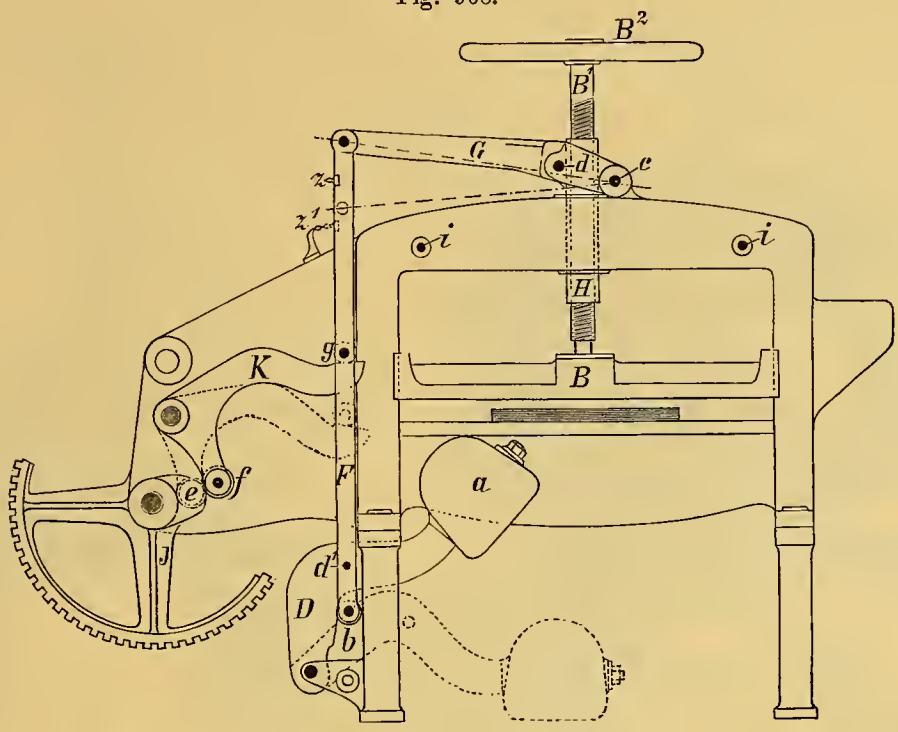
Damit Stösse gleich grossen Papiers ohne Mühe stets in die richtige Lage gebracht werden können, muss auf dem rückseitigen Tisch $A^2$, Fig. 963, ein verstellbares Widerlager $V$, der Sattel, angebracht sein. Dieser wird so eingestellt, dass man den Papierstoss nur fest daran zu schieben hat, um die Schneidstelle in richtige Lage unter das Messer zu bringen. Wenn viele verschiedene Bogengrössen geschnitten werden müssen, also der Sattel $V$ oft verstellt werden muss, ist es wünschenswerth, dass dessen Verschiebung rasch und mühelos erfolgen kann. Bei der Krause'schen Schneidmaschine ist deshalb der Sattel $V$, wie aus Fig. 963 ersichtlich ist, an dem Stahlband $U$ befestigt, welches, wie in Fig. 969 in einer Grundriss-Skizze gezeigt ist, über die Rolle $W^1$ läuft und auf dem Umfang der zum Handrad $W$ gehörigen Scheibe befestigt ist. Dreht man das Handrad $W$, so nimmt

Fig. 967.



dieses das Stahlband und den Sattel $V$ mit und bringt ihn an die gewünschte Stelle. Das Stahlband wird in der Mitte des Tisches zwischen zwei Leisten oder Schienen $W^3$ geführt, und das Handrad $W$ ist mit einer Maasstheilung versehen, nach

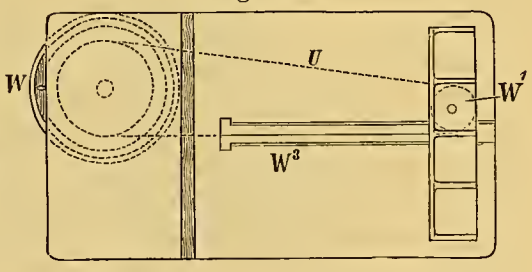
Fig. 968.




welcher man mit Hilfe des Zeigers $W^2$, Fig. 963, die Verschiebung des Sattels $V$ genau ablesen und regeln kann.

Will man lange Bahnen, wie z. B. das vom Haspel genommene Papier, schneiden, so muss ein sehr langer Hintertisch $A^2$ angebracht werden, den man meist aus Holz nimmt. Der Vordertisch $A$ wird auch verlängert und der Sattel darauf angebracht, so dass das Papier auf den langen Hintertisch $A^2$ gelegt und nach vorn geschoben werden kann.

Fig. 969.




Brief- und andere Schreibpapiere werden von den Papierfabriken nicht nur flach liegend, d. h. *plano* geliefert, sondern auch in Lagen von 3 bis 6 Blatt gefaltet. Wenn sie so gefaltet sind, müssen sie meist noch an den drei offenen Seiten beschnitten werden, und dazu wird die »drei- oder vierseitige Ries-Beschneidmaschine« benützt.

In Figg. 970 und 971 sind zwei Ansichten mit theilweisem Querschnitt **einer dreiseitigen Beschneidmaschine** von Karl Krause in Leipzig gegeben. Das auf Platte $C$ vom Handrad $D$ aus durch Schraube $g$ festgepresste Papier $P$ muss so unter das Schneidmesser gebracht werden, dass dieses an drei Seiten die ge-

wünschten Abschnitte macht. Die Platte *C* wird zu diesem Zweck, nachdem ein Schnitt gemacht ist, mit dem Papier und dem Pressständer *A* mit dem Hebel *E* von Hand um einen Viertelkreis gedreht und nach erfolgtem zweiten Schnitt wieder

Fig. 970.

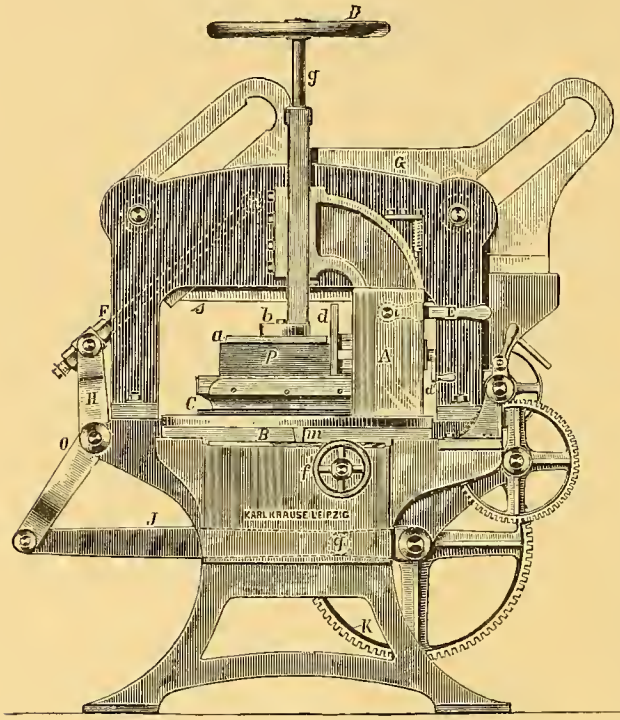
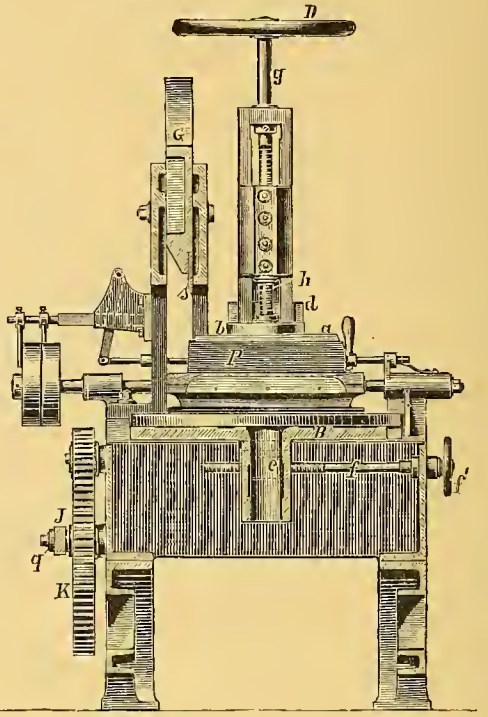
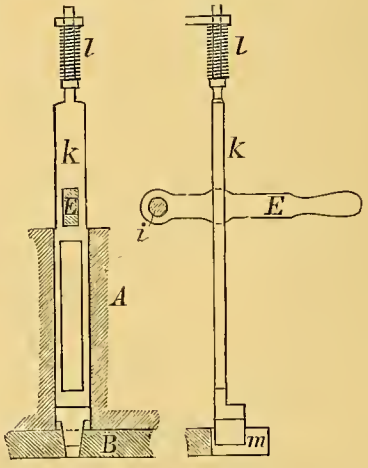



Fig. 971.



gedreht, bis die drei Schnitte ausgeführt sind. Platte *C*, auf der das Papier mit seinem Unterlagbrett liegt, ruht mit dem Pressständer *A* auf einer drehbaren Platte, deren Zapfen *e* in einer Nabe des verstellbaren Tisches *B* sitzt. Unmittelbar auf dem Stoss gefalteten Papiers *P* liegt die Formatplatte *a*, welche an dem Press-Stempel *b* befestigt ist, und an deren drei Schnittseiten das Messer niedergehen muss, um dem Papier die gewünschte Grösse zu geben. Die gefalteten Rücken des Papiers stossen gegen die Anschlagplatte *d*, die von der Kurbel $d^1$ aus mittels Schraube nach Bedarf vor und zurück gestellt werden kann. Für jedes Format muss eine Platte *a* von dessen Form vorhanden sein und an dem Pressstempel *b* so befestigt werden, dass die drei Schnittseiten gleich weit vom Drehpunkt abstehen. Ehe man zu schneiden anfängt, schiebt man deshalb den Tisch *B* mit dem Pressständer *A* und dem eingespannten Papier durch Drehen der Spindel *f* mit dem Handrad $f^1$ gegen das zu diesem Zweck niedergebrachte Messer *s*, bis die Formatplatte so nahe am Messer ist, dass dieses dicht daran vorbeigeht, ohne sie zu

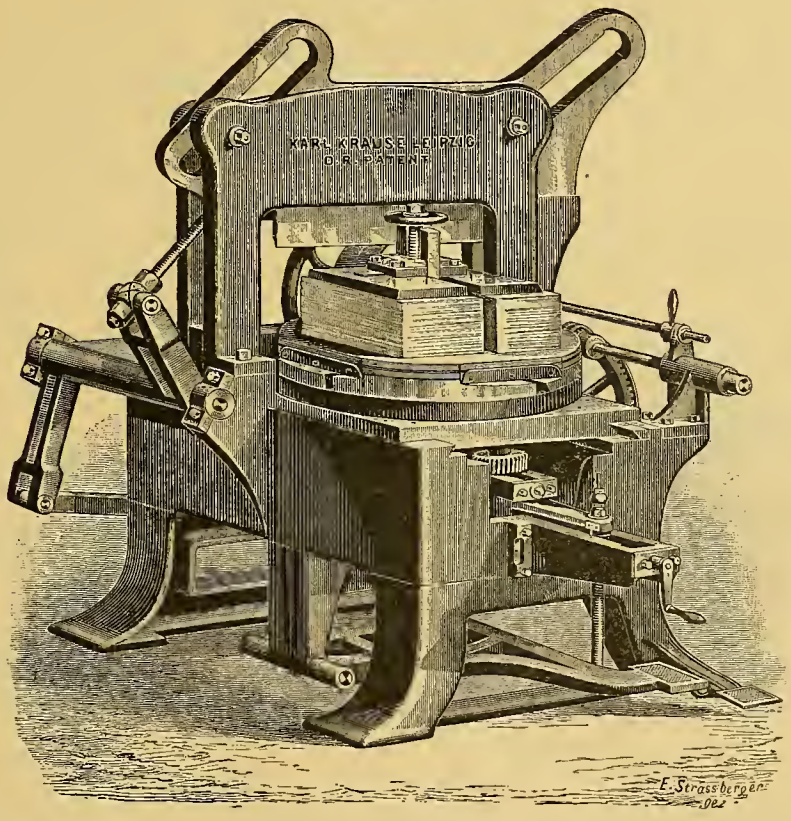
Fig. 972. Fig. 973.



berühren. Hat man dann durch Niederdrehen des Messers *s* einen Schnitt ausgeführt, so dreht man, wie beschrieben, mit dem Hebel *E* den Pressständer *A* und Platte *C* mit dem eingespannten Papier um einen Viertelkreis. Ehe man die Drehung ausführen kann, muss der um Bolzen *i* drehbare Hebel *E* so hoch gehoben werden, dass die in Figg. 972 und 973 in grösserem Maassstab dargestellte Schaltschiene *k* aus der Nuth *m* des Tisches *B* tritt. Ist die Drehung um einen Viertelkreis vollzogen, so trifft die Schaltschiene *k* wieder auf eine Nuth *m*, in welche sie, von der Spiralfeder *l* gedrängt, einschnappt. In solcher Weise ist dafür gesorgt, dass die Drehungen genau um einen Viertelkreis und die Schnitte an richtiger Stelle erfolgen. Löst man nach dem Beschneiden der drei Seiten die Formatplatte *a* durch Hochschrauben mit Handrad *D* und Bolzen *g*, so kann der Stoss Papier entfernt und durch einen unbeschnittenen ersetzt werden.

Die Bewegung des Messers *s* erfolgt wie bei anderen Schneidmaschinen durch Niederziehen der Messerscheide *G* mit der Zugstange *F*, welche in einer Höhlung von *G* liegt und am Zapfen *n* anfasst. Das untere Ende der Zugstange *F* wird von dem Ende *H* des doppelarmigen Hebels *O* erfasst, der vom Kurbelzapfen *q* aus durch Lenkerstange *J* seine Bewegung erhält. Das Zahnrad *K*, auf dessen

Fig. 974.



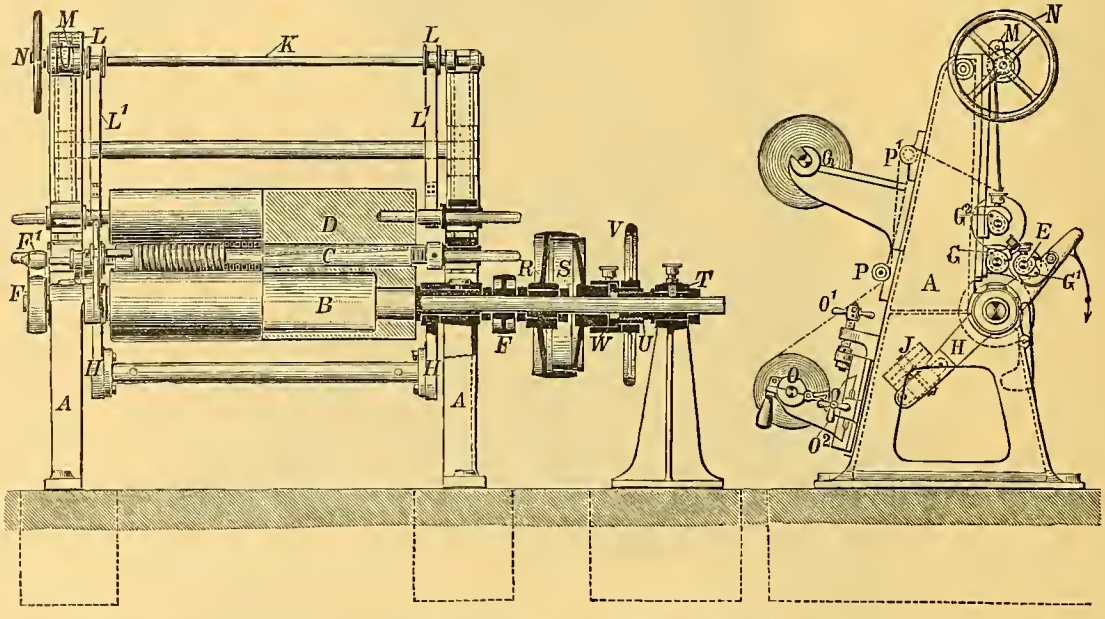

verstärktem Arm der Kurbelzapfen *q* sitzt, ist mit doppeltem Vorgelege versehen, welches Maschinen- und Handbetrieb ermöglicht.

In Fig. 974 ist eine, unter Nr. 53 245 in Deutschland patentirte **vierseitige Beschneidmaschine** dargestellt, die sich von der vorbeschriebenen in der Hauptsache dadurch unterscheidet, dass zwei Stösse gefalzten Papiers mit dem Rücken gegeneinander gleichzeitig eingespannt werden. Hierdurch kann das Messer mit 4 Schnitten beide Stösse auf 3 Seiten beschneiden, also dieselbe Arbeit leisten, zu welcher die dreiseitige Beschneidmaschine 6 Schnitte braucht. Da man hier die Papierstösse nicht so aufsetzen kann, dass die vier Schnittkanten vom Drehmittelpunkt gleich weit entfernt sind, so muss der Tisch, auf dem das Papier liegt, nach jedem Schnitt um so viel als nöthig gegen das Messer vorgeschoben oder davon abgerückt werden. Dies geschieht hier selbstthätig gleichzeitig mit der Drehung des Tisches durch Vermittlung einer verstellbaren Kurbel. Nach jedem vierten Schnitte erfolgt Stillstand der Maschine durch selbstthätiges Ausrücken. Die das Papier einpressende Spindel wird von innerhalb liegenden Kniehebeln gesenkt und gehoben, also das Papier festgespannt und gelöst. Der Arbeiter bewirkt dies mittels der beiden in Fig. 974 sichtbaren Fusstritte.

Die vierseitige Beschneidmaschine hat einen viel ausgebildeteren Mechanismus und ist erheblich theurer als die dreiseitige, leistet aber auch mehr. Dieser Mehrleistung steht jedoch die Schwierigkeit gegenüber, beide Papierstösse so aufzulegen, dass sie gleich dick sind und infolgedessen gleichmässig eingepresst werden, und dass keine Verschiebungen vorkommen. Die vierseitige Beschneidmaschine erhält desshalb den Vorzug nur für Massenarbeit, bei der jeder Zeitgewinn wahrgenommen werden muss.

**373. Streifen-Schneidmaschine.** Für viele Zwecke, wie zum Aufnehmen der Depeschen auf Morse-Telegraphen, zum Bekleben kleiner Schachteln usw.

Fig. 975. 976.




braucht man bandartig schmale Papier-Rollen. Bis vor wenigen Jahren wurden diese auf Drehbänken aus grösseren sehr fest gewickelten Papierrollen von Hand geschnitten, indem man mit dem Drehstahl Scheiben von gewünschter Breite ab-

trennte. Viele andere, zum Theil patentirte Maschinen, welche diese kostspielige Handarbeit beseitigen sollten, führten nicht zum Ziele, bis neuerdings das von Bischof eingeführte, Seiten 991—996 beschriebene Verfahren auch für solche Maschinen angewandt wurde. Dasselbe besteht darin, dass das Papier ab- und wieder aufgerollt und beim Wiederaufwickeln von den Messern geschnitten wird, so dass die Streifen zwischen dem Schneiden und Aufwickeln keine Zeit finden, ihre Lage zu ändern.

Eine von der Maschinenbau-Anstalt Golzern 1891 eingeführte Maschine dieser Art ist in 1 : 20 der wahren Grösse in Figg. 975 und 976 dargestellt. Fig. 977 giebt einen Schnitt durch die Rollwalzen in 1 : 10 und Fig. 978 eine Ansicht der Messerwalze in 1 : 5 der wahren Grösse.

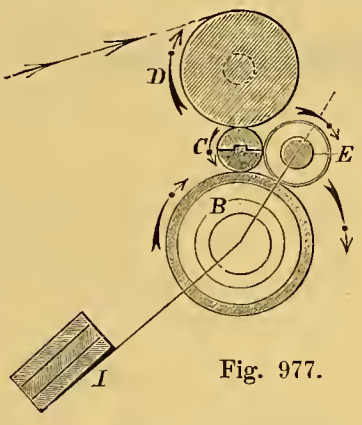


Fig. 977.

Die im Gestell *A* gelagerte Walze *B* hat unmittelbaren Antrieb und nimmt die auf ihr liegende zweitheilige Rollwelle *C* von der Seite 793, Figg. 679 und 680, dargestellten Art, sowie die Druck- oder Belastungswalze *D* durch Reibung mit.

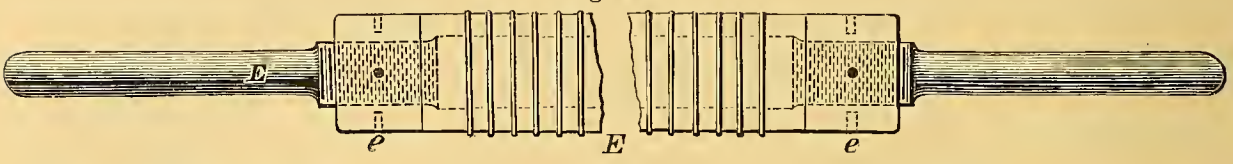
Die Messerwelle *E* wird von Gewichten *J*, Fig. 976, durch Hebel *H* stetig gegen die Rollstange *C* gepresst und schneidet das von einer in Lagern *O* ruhenden Rolle ablaufende Papier, während es sich auf *C* wickelt. Auf dem Wege von *O* nach *C* läuft das Papier über zwei Bremsstangen $PP^1$ und wird dadurch gespannt erhalten. Die Träger der Lager *O* lassen sich durch Drehen der Schraubengriffe $O^1\,O^2$ nach zwei Richtungen verstellen. In Lagern *Q* kann man eine zweite Papierrolle vorräthig halten, um sie sofort in *O* einzulegen, wenn die andere abgewickelt ist. Die auf die Messerwelle *E* geschobenen Kreismesser sind, wie Fig. 978 zeigt, durch Zwischenlegringe von beliebiger Breite von einander getrennt und werden von an beiden Enden der Welle aufgeschraubten Muttern *e* fest zusammengehalten. Die Messerwelle wird an beiden Enden von der Welle der Walze *B* aus durch zwei Riemscheiben-Paare $FF^1$ getrieben. Die Walzen *CDE* ruhen in drehbaren Lagern und lassen sich nach Ausziehen von Bolzen $G\,G^1\,G^2$ leicht ausheben. Die miteinander verbundenen Hebel *H*, auf welchen an einem Ende die Messerwelle *E* und am anderen Gewichte *J* ruhen, drehen sich um die Welle der Walze *B*. Vom Handrad *N* aus kann man mittels der Bordscheiben *L* und Riemen $L^1$ mit daran befestigten Haken die Druckwalze *D* hochheben; ein Sperrrad mit Sperrfalle *M* sorgt dafür, dass die hochgewundene Walze nicht zurückfallen kann.

Die Antriebsscheibe *R* sitzt lose auf der Welle und nimmt diese nur mit, wenn die Reibungsscheibe *S* eingeschoben ist, was ohne Stoss geschieht. Um aus- oder einzurücken, hat man nur das Handrad *V* zu drehen und dadurch dessen mit Muttergewinde versehene Nabe *U* mit dem Keilring *W* auf der im Lager *T* festliegenden Schraube so zu verschieben, dass *W* die Reibungsscheibe aus- oder einschaltet.

Wenn man mit dem Abrollen beginnt, lässt man auf die Rollstange *C* zuerst 10 bis 15 Papierlagen laufen, die man durch aufgestrichenen Klebstoff miteinander verbindet, und zerschneidet dann die entstandene Papier-Hülse so vorsichtig, dass die Messer nicht an die Welle kommen. Dadurch bilden sich ebensoviele Einzelhülsen als Bandrollen zu schneiden sind, die deren feste Kerne bilden.

Die Maschine wird für Arbeitsbreiten von 500 bis 1500 mm, Rollendurchmesser von 100 bis 500 mm und Geschwindigkeit von 20 bis 50 m in der Minute gebaut. Die Schnitt- oder Streifenbreite kann bis auf 5 mm herabgehen. Die

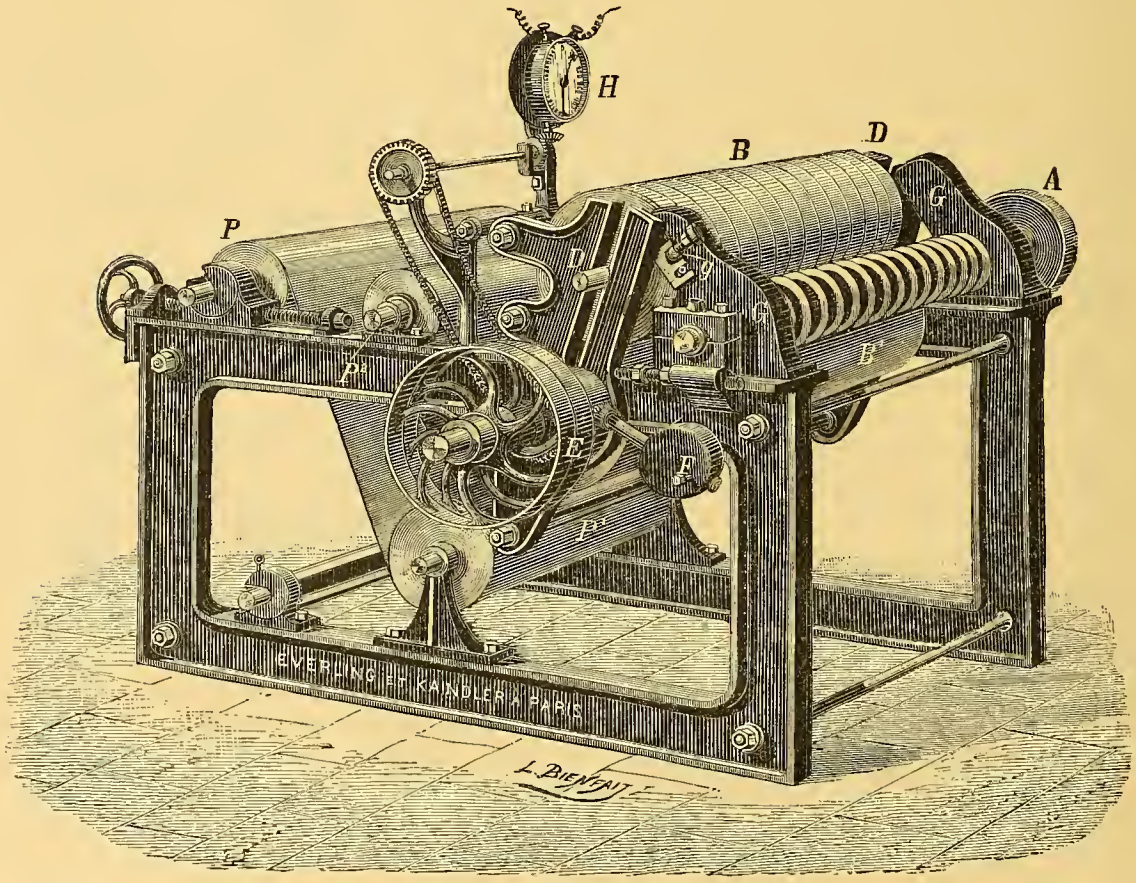
Fig. 978.




Streifenrollen werden steinhart und haben saubere Schnittflächen. Die Maschine kann mit Mess- und Zählwerk sowie mit Feuchter versehen werden.

Die in Fig. 979 dargestellte Pariser Streifen-Schneidmaschine wird von Herren Everling & Kaindler in Paris, 14 rue de Condé, auf den Markt gebracht. Das

Fig. 979.




von Walze $P$ abrollende Papier geht über Walzen $P^1$ und $P^2$ auf eine mit Papphülse versehene Welle $B$, deren Durchmesser sich vergrössern und verkleinern lässt. Diese Rollwelle ruht auf der durch Riemscheiben $E$ angetriebenen Trommel $B^1$ und

ihre Zapfen gleiten in zwei Gabeln *D*, die durch Stangen miteinander verbunden sind und ihren Drehpunkt in der Achse von *E* haben. Die Gabeln *D* werden von Gewichten *F* gezwungen, sich nach vorn so zu neigen, dass die Rollwelle *B* stets gegen die durch Riemscheibe *A* besonders angetriebene Messerwelle liegt, dass also deren Messer das aufrollende Papier schneiden. Auf den Enden der Rollwelle *B* sitzen zwei gleichgrosse Gussringe, die gegen schiefe Bahnen *G* stossen und dadurch verhindern, dass die Kreismesser anfangs mehr als $1^1/_2$ mm tief in die Papphülse der Rollwelle und später ins Papier dringen. In dem Maasse, wie der Durchmesser der sich aufwickelnden Papierrolle wächst, hebt sich deren Welle und wird von den schiefen Bahnen *G*, an denen sie fortwährend anliegt, zurückgetrieben, bis die Gabeln *D*, wenn die Papierrolle *B* ihren grössten Durchmesser erreicht hat, beinahe senkrecht stehen. Die schiefen Bahnen *G* sind so gestaltet, dass die Messer stets gleich tief in die Papierrolle dringen, dass diese also nie mit den Zwischenringen der Messerwelle in Berührung kommt. Man kann deshalb die Messerwelle viel rascher als das Papier laufen lassen — wie es zur Erzielung glatten Schnittes nöthig ist. Durch leichtes Vor- oder Rückwärtsschrauben der Bekleidstücke *g* der schrägen Bahnen *G* kann man die Messer mehr oder weniger tief ins Papier dringen lassen. Ein Zähler *H* giebt jederzeit die aufgewickelte Meterzahl an, und dessen elektrische Glocke läutet, wenn die gewünschte Meterzahl erreicht ist.

Auch diese Maschine liefert hart gewickelte Papierröllchen mit glatten Seitenflächen und kann bis zu 1 m Papierbreite zum Schneiden von Cigaretten-Papier, Eisenbahnfahrkarten und Papierbändern gebaut werden. Für schmale Telegraphen-Röllchen kann man wegen der schwachen Rollwellen und zahlreichen Messer nur bis 40 cm Breite gehen und muss auch die Messer in anderer Weise anordnen.

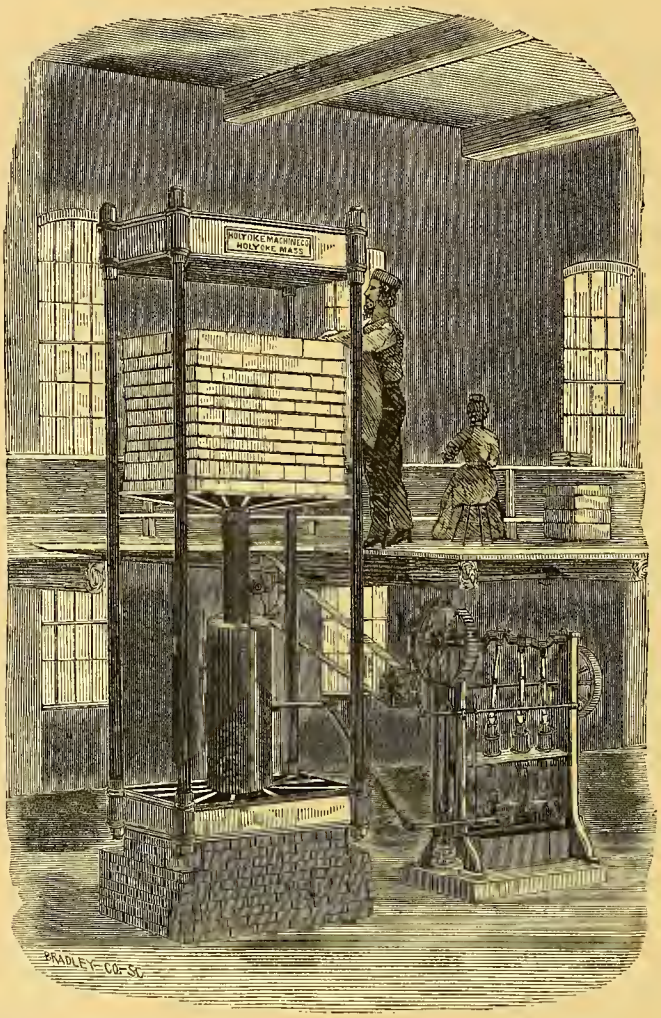
**374. Hydraulische und Fangpressen.** Die geglätteten, liniirten und ineinander gefalteten Bogen müssen wenigstens eine Nacht oder 12 Stunden lang einem starken Druck ausgesetzt werden, damit sie ihre Form nicht mehr verändern und sich beim Stempeln, Verpacken und während des Transports nicht wieder in einzelne Bogen trennen. Die Glätte des Papiers wird dabei gleichzeitig noch verbessert.

Eine von der Holyoke machine Co. in Holyoke, Massachusetts, gebaute hydraulische Presse ist, wie in der ersten Ausgabe des Buches in Figg. 980 und 981 dargestellt. Der in den Presscylinder passende Kolben trägt den Tisch, worauf die zu pressenden Gegenstände gelegt werden. Mittels einer oder mehrerer Pumpen wird ein schwacher Strom Oel durch ein Rohr in den Cylinder gepresst und dadurch der Kolben aufwärts getrieben. Die Entfernung zwischen dem Tisch und dem festen Widerlager oder Kopf wird dadurch fortwährend verengt und das dazwischen befindliche Papier zusammengedrängt. Damit das Pressen von gutem Erfolg sei, ist es nöthig, dass auf jedem Theil des Tisches gleich viel Papier aufeinander liege, und die zur Herstellung einer so gleichmässigen Vertheilung nöthige Geschicklichkeit kann nur durch Erfahrung erlangt werden. Ist es nicht richtig aufgesetzt, so wird das Papier ungleichartiger und schlechter aussehen, als wenn es gar nicht gepresst worden wäre.

Der Cylinder hat einen Druck von 200 bis 500 Tonnen, d. h. bis zu

1 000 000 Pfund auszuhalten und muss sehr stark sein. Sobald die Pressung vollendet ist, lässt man das Oel aus dem Cylinder in die Pumpe zurückfliessen, verliert also nichts oder nur sehr wenig davon.

Fig. 980.

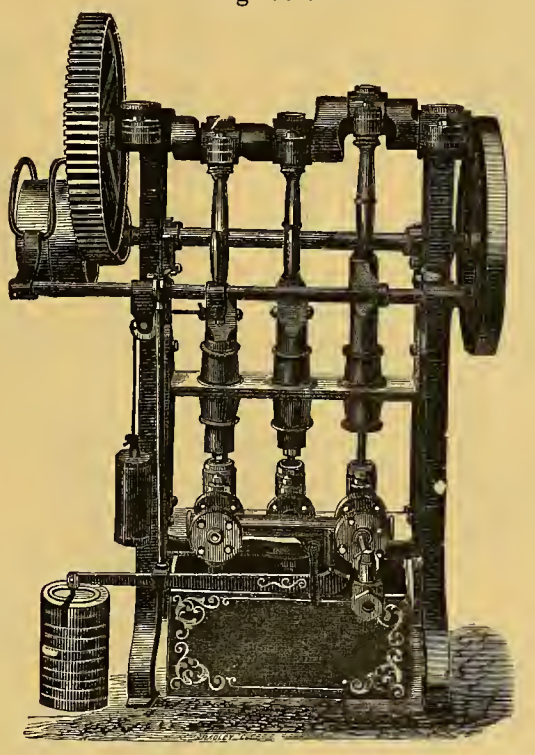



Die in Fig. 981 besonders dargestellte dreifache Pumpe wird von einem Riemen getrieben, welchen sie selbstthätig ausrückt, sobald der gewünschte Druck erreicht ist. Die Druckröhren der drei Pumpen münden in ein gemeinschaftliches Rohr, welches mit einem nach unten gerichteten Sicherheitsventil versehen ist. Durch Auflegen oder Abnehmen von Gewichten am Ende des langen Druckhebels kann man den Druck der Presse vergrössern oder verkleinern. Sobald der Druck auf das Ventil im Innern des Rohres grösser wird als der äussere Gegendruck des Hebels, drängt er diesen abwärts, und sein anderes Ende bewegt sich folgeweise in aufsteigender Richtung. Die Triebwelle, von welcher aus die Kurbelwelle durch ein Zahnrädchen in Bewegung gesetzt wird, trägt auch ein Schwungrad, sowie eine feste und lose Riemscheibe. Die Gabel, welche den Riemen hält und verschiebt,

also auch die Pumpe in oder ausser Gang setzt, geht von einer waagrechten Stange aus, welche sich in zwei an dem Pumpengestell befestigten Lagern verschieben lässt. Am Drehen ist sie durch eine keilartige Feder verhindert, welche auf dem oberen Theil der Stange eingelegt ist und in eine Nuth des nächst den Riemscheiben befindlichen Lagers passt. Ein Stellhebel, dessen rückseitiges Ende am Gestelle befestigt ist, passt in einen Ausschnitt der Feder und hält den Ausrücker in der richtigen Lage, so lange der Riemen auf der festen Scheibe liegen soll. Das vordere Ende dieses Stellhebels ist mit einer senkrechten Stange verbunden, deren unteres Ende den Belastungshebel des Sicherheitsventils umschliesst. Sobald das Sicherheitsventil den Druckhebel abwärts drängt, geht das Ende mit der senkrechten Stange aufwärts, hebt den Stellhebel aus dem Einschnitt der Feder und setzt den Ausrücker frei.

In Fig. 981 befindet sich der Riemen auf der losen Scheibe, wenn aber die Pumpen in Gang gesetzt werden sollen, muss der Ausrücker mit dem daran befindlichen Handgriff zurückgeschoben werden, bis der Riemen auf der

Fig. 981.

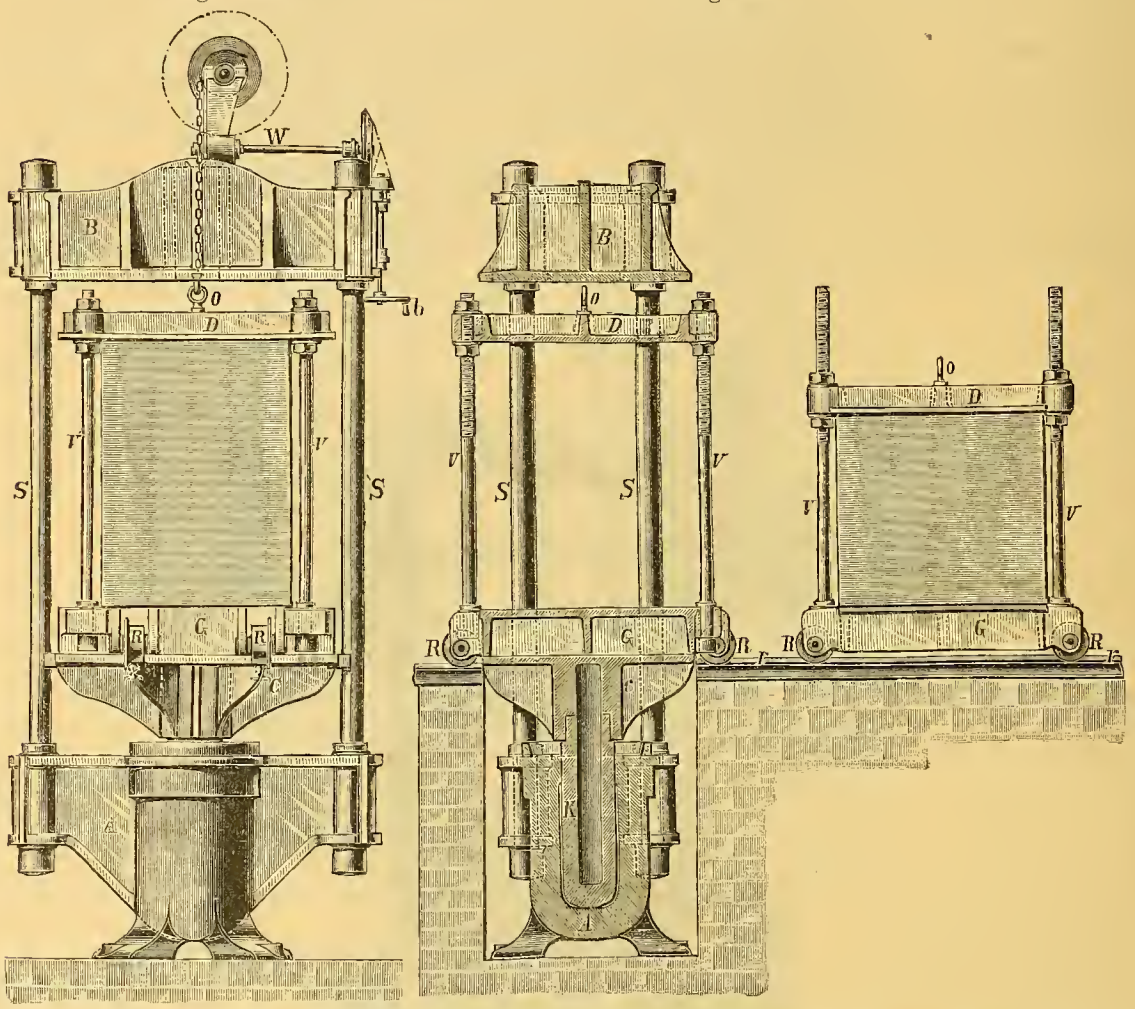


festen Scheibe liegt, und der Stellhebel in den Ausschnitt der Feder gefallen ist. Die Pumpen bleiben in Gang, bis nach Erreichung des gewünschten Druckes der Ausrücker in beschriebener Weise freigesetzt ist und durch das belastete Ende einer am Handgriff befestigten und über eine Rolle laufenden Schnur so weit nach aussen gezogen wird, dass der Riemen auf die lose Scheibe zu liegen kommt.

Neuere Schraubenpressen werden wie ihre älteren Vorgänger meist mit Hebeln von Hand in Gang gesetzt. In manchen Fabriken werden sie den viel

mächtigeren hydraulischen Pressen jetzt noch vorgezogen, weil die daselbst benützten Pressen dieser Art so schlecht gebaut waren, dass die Flüssigkeit über Nacht häufig aus dem Presscylinder entwich, und der abends angesetzte Druck morgens verschwunden war. Gut gebaute hydraulische Pressen jedoch lassen auch unter fortgesetztem Druck keine Flüssigkeit entweichen und verdienen wegen ihrer leichten Handhabung und kräftigen Wirkung den Vorzug.

Fig. 982. Fig. 983.



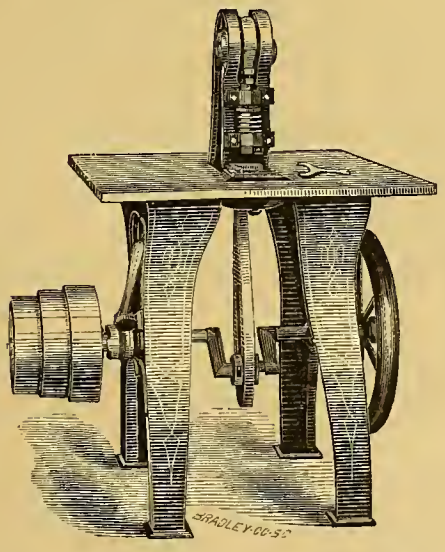

In einer Presse kann, wenn sie auch die grossen Abmessungen der in Fig. 980 dargestellten hat, nur eine mässige Menge Papier untergebracht werden, und dieses muss deshalb, wenn nicht viele derartige Pressen vorhanden sind, bald wieder herausgenommen werden, um neuem Papier Platz zu machen. Anderseits wird aber das Papier glätter und schöner, wenn es recht lang unter Druck bleiben kann, und man bemühte sich deshalb, dies zu ermöglichen, ohne die Zahl der Pressen zu vermehren. Dies gelingt mit den in deutschen Fabriken eingeführten »Fangpressen«. Eine von der Maschinenbau-Anstalt Golzern in Sachsen gebaute Presse dieser Art ist in Figg. 982 und 983 in 1 : 10 der wahren Grösse dargestellt.

In dem Gusskörper *A*, welcher durch schmiedeiserne Säulen *S* mit der oberen Pressplatte *B* verbunden ist, befindet sich der Presskolben *K* mit der Pressplatte *C*. Die Presse wird so aufgestellt, dass bei völlig herabgelassenem Presskolben, wie ihn Figg. 982 und 983 zeigen, die obere Fläche der unteren Pressplatte *C* in Höhe der Schienengeleise oder des Fussbodens liegt. Zu dieser Presse gehört eine grössere Zahl aus Grundplatte *G*, Deckplatte *D* und Verbindungsbolzen *V* bestehende Fangpressen, die auf Rollen *R* laufen und bei herabgelassenem Presskolben in die hydraulische Presse eingefahren werden. Die Spurweite der Laufrollen *R* stimmt mit der des im Packraum liegenden Geleises *r* überein, welches sich bis an die hydraulische Presse erstreckt. Nachdem eine vorher mit Papier gefüllte Fangpresse eingefahren ist, also die in Fig. 982 dargestellte Stellung einnimmt, wird die Pumpe der hydraulischen Presse in Gang gesetzt und die gefüllte Fangpresse durch den Kolben *K* gegen die obere Pressplatte *D* gepresst. Sobald die gewünschte Pressung erreicht ist, werden die während des Pressens gelösten Muttern und Gegenmuttern der Verbindungsspindeln *V* fest angezogen. Hat man dann durch Oeffnen eines Hahns das Wasser aus dem hohlen Raum unter dem Presskolben abgelassen, so sinkt dieser ganz herunter, und die Fangpresse kann wieder ausgefahren werden.

Ehe nach dem Einfahren der Fangpresse gepresst werden darf, muss dafür gesorgt werden, dass diese genau in der Mitte steht. Hierzu dient das Windwerk *W*, mit welchem man vom Handgriff *b* aus durch Vermittlung von Kegelrädern, Schneckengetrieb und die durch ein Loch der obern Pressplatte gehende Kette die Fangpresse hochhebt und wieder niedersenkt. Die obere Platte *D* der Fangpresse ist zu diesem Zweck mit einer Oese *O* versehen, in welche der Kettenhaken greift. Mit dieser Einrichtung wird erreicht, dass man mit einer einzigen hydraulischen Presse ungeheure Mengen von Papier unter Druck setzen und beliebig lang stehen lassen kann, wenn man nur genug Fangpressen dazu hat.

**375. Stempelpresse.** Da den Papieren häufig Buchstaben, Namen, Zeichen

Fig. 984.



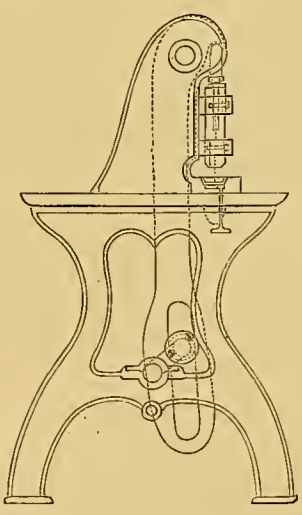


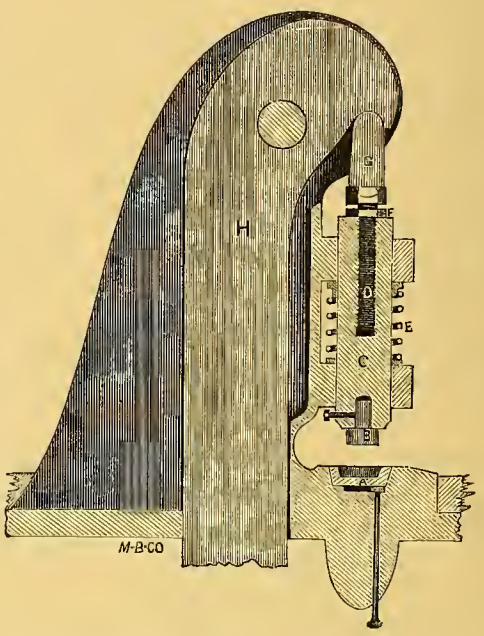
Fig. 985.

u. dergl. eingeprägt werden müssen, so gehört auch die Stempelpresse zu den Maschinen eines Zurichtsaales. Die in Fig. 984 perspektivisch und in Fig. 985

als Seitenansicht dargestellte Stempelpresse ist von E. T. Piper in Springfield, Massachusetts, gebaut und war 1872 schon bei amerikanischen Fabrikanten feiner Papiere wegen ihrer guten Leistungen und ihres kräftigen Baus sehr beliebt.

Fig. 986 ist ein Durchschnitt des wesentlichen Theils der Presse, worin *A* die Schaale bezeichnet, welche die Matrize aufnimmt und durch eine Stange von unten leicht aus ihrer Lage gehoben werden kann. Der stählerne Stempel *B* ist mit Stellschraube in dem Presscylinder *C* befestigt, der in der Zeichnung seine höchste Stellung einnimmt. Der untere Ring einer um *C* gelegten Spiralfeder *E* liegt auf dem Gestell, indess ihr oberer Ring mit dem Cylinder *C* verbunden ist und bei dessen Niedergang die Feder zusammenpresst, so dass *C* durch Federkraft gehoben wird, sobald der Druck von oben aufhört. Das untere Ende des Pendels *H* erhält von Riemscheibe und Kurbel eine hin- und hergehende Bewegung, welche bei jedem Umgang den Knöchel *G* und damit auch den Stempel *B* auf die Matrize in *A* niederdrückt. Die Länge des Stempelhalters kann dadurch beliebig verändert werden, dass man die Schraube *D* mehr oder weniger in *C* eindreht und mit der Gegenmutter *F* feststellt.

Fig. 986.




**376. Sortirung.** In vielen deutschen Fabriken werden aus mittleren und feinen Papieren drei und sogar vier Sorten Ausschuss sortirt, welche sämmtlich in den Handel kommen. In Amerika giebt es nur gutes Papier, der Ausschuss wird in den meisten Fabriken gar nicht weiter gehandhabt, sondern sofort wieder vermahlen. Die Arbeiter wissen dies wohl, und hüten sich, dass durch ihre Schuld die Menge des verkäuflichen Papiers vermindert wird, während sie sich in Deutschland damit trösten können, dass durch ihre Nachlässigkeit nur die Güte, nicht aber die Menge des verkäuflichen Papiers beeinträchtigt wird.

Viele deutsche Fabrikanten erwarten und verlangen, dass der Käufer des guten Papiers ihnen auch den besten Ausschuss abnehme. Wenn dieser Ausschuss aber, wie z. B. bei Druckpapier, mit benützt werden soll, könnte er auch mit dem guten Papier vermischt bleiben. Der geringere Ausschuss *Rétiré* muss so billig verkauft werden, dass es wohl ebenso vortheilhaft wäre, wenn man ihn wieder verarbeitete, anstatt noch Zurichtungs- und Verpackungskosten darauf zu verwenden, die Lagerräume damit zu füllen und den Namen der Fabrik durch Verkauf eines schlechten Erzeugnisses zu schädigen.

Auch hier, wie bei anderen bereits besprochenen Verrichtungen ist die Arbeit ausserordentlich verwickelt und erschwert worden. Die erste Ursache hiervon kann nur in Ueberfluss an billigen Arbeitskräften gesucht werden, die sich aber an vielen Orten so wesentlich vertheuert haben, dass Vereinfachung der Sortirung zweckmässig erscheint. Glaubt man der Gewohnheit der Verbraucher Rechnung

tragen zu müssen, so vereinige man den Ausschuss, wo man ihn nicht ganz abschaffen will, in nur eine Sorte.

Es ist für die Sortirung sehr förderlich, dass nur eine oder wenige Papiersorten fabrizirt werden, da die Arbeiterinnen solche viel genauer kennen lernen, und viel rascher damit umgehen können, als wenn die Sorten häufig wechseln. Sind sie einmal auf feine Papiere eingearbeitet und sollen dazwischen wieder geringere sortiren, so wird deren Sortirung, da sie mit derselben Sorgfalt wie die der feinen Papiere ausgeführt wird, sehr kostspielig, und überdies büssen die Arbeiterinnen bei Handhabung geringerer Sorten einen Theil der mühsam angewöhnten Sorgfalt wieder ein.

**377. Verpackung von Papierrollen.** Mit den in Abschnitt 366 beschriebenen Roll- und Schneidmaschinen wird das Papier so fest aufgerollt und genau geschnitten, dass die flachen, von den Kanten des Papiers gebildeten Seiten wie glatte Flächen aussehen. Um die Rolle ohne weitere Umhüllung versenden zu können, hat man nur noch dafür zu sorgen, dass die Papierrolle nicht aufgehen, d. h. sich nicht auseinander wickeln kann. Nach dem den Papierfabrikanten Kübler & Niethammer in Kriebstein bei Waldheim i. S. ertheilten deutschen Patent Nr. 83 sichert man die Rollen mit halbcylindrisch gebogenen Holzpappen und darum gelegten eisernen Reifen, wie in Fig. 987 dargestellt ist. Die Holzpappen *a* sollen so breit sein, dass sie nach beiden Seiten etwas über die Papierrolle hervorragen und dadurch die flachen Enden schützen. Die beiden Pappen werden zunächst in der Mitte auf der Papierrolle mit einer Schnur zusammengebunden, die auch darauf bleiben kann. Dann wird an jedem Ende ein eiserner Reif *b* so um die Holzpappen gelegt, dass seine äussere Seite mit der Papierkante abschliesst. Jedes Ende der Reifen ist mit zwei aufgenieteten Nasen *cd* versehen, deren äussere *cc* mit dem in Fig. 988 dargestellten Schraubkolben *h* so weit zusammengezogen werden, dass man das in Fig. 987 besonders gezeichnete Schloss *e* über die inneren Nasen *dd* legen kann. Dies aufgelegte Schloss (*f* in Fig. 987) hält die beiden Enden des Reifens *b* so zusammen, dass zwischen denselben noch etwas freier Raum bleibt, dass aber die Klemmbacke *g* zurückgeschraubt und der Schraubkolben *h* abgenommen werden darf. Die Rolle ist auf diese Art fest geschlossen, gut geschützt, und lässt sich mit ihrer Verpackung in die Schnellpresse einlegen. Dann erst schiebt man mit irgend einem stumpfen Instrument die Reifen nach beiden Seiten herunter, oder schlägt die Schliessstücke *e* ab. Die Holzpappen und Reifen kann man ohne erhebliche Kosten zurücksenden und wieder verwenden.

Fig. 987.

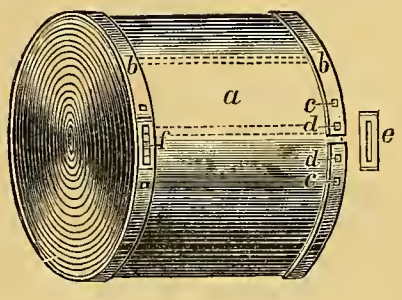
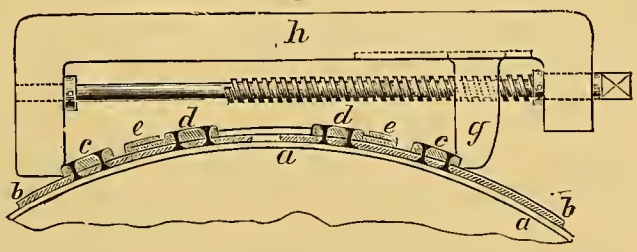



Fig. 988.



Diese Art der Verpackung wird seit 1877 von grossen Fabriken angewandt.

Für Versandt auf weite Entfernungen, und besonders wenn die Rollen umgeladen werden, ziehen manche Fabriken die kostspieligere Umhüllung der Papierrollen mit Jutegewebe vor, für kurze Transporte und Wagenladungen genügen jedoch eiserne Reifen.

**378. Verpackung in Ballen.** Papier, welches in Bogen zerschnitten ist, wird in Europa entweder flach liegend *plano* oder einmal gefalzt in Kisten oder Ballen verpackt. In Amerika ist die Seiten 918 und 919 beschriebene Verpackung in Ries-Packeten mehr gebräuchlich. Kisten werden nur für feine Sorten angewandt.

Die Verpackung in Ballen gestaltet sich auch einfacher oder kostspieliger, je nachdem es sich um geringe oder bessere Sorten handelt. Erstere können unverhüllt bleiben, wenn sie nur mit oben und unten aufgelegten Brettern und darumgezogenen Stricken oder Eisenbändern fest zusammengehalten sind. Letztere müssen unter diesen Brettern und Verschnürungen noch eine Hülle von Packpapier, Pappe oder Packtuch erhalten.

Das Papier wird in eine Packpresse auf eines der zur Bedeckung dienenden Bretter, auf dem erforderlichen Falls auch die als Hülle dienenden Bogen oder Stoffe liegen, geschichtet, mit dem zweiten Brett bedeckt und dann zusammengepresst. Auf und unter den Ballen mit ihren Packbrettern liegen kurze Hölzer von quadratischem Querschnitt, zwischen denen man die Schnür-Stricke oder Bänder um die Ballen führen und befestigen kann, während diese unter Druck stehen.

Die Anwendung von Stricken hat den Nachtheil, dass sich dieselben recken und in Folge dessen lose werden, und zwar um so mehr, je grösser und schwerer die verschnürten Ballen sind. Man hat sich desshalb schon lange vielfach bemüht, dieselben durch Bandeisen zu ersetzen, dessen Enden man anfänglich in der Presse zusammennietete. Die Nieten gingen jedoch häufig durch das Eisen, schlossen also nicht mehr, oder das Eisen brach, und man bemühte sich desshalb, Schnürzangen für den Schluss der Bandreifen herzustellen. Herr Edm. Rész, technischer Leiter der Papierfabrik von Smith & Meynier in Fiume, fand jedoch die üblichen Schnürzangen nicht zweckmässig und beobachtete, dass bei deren Anwendung stets ein Stück von etwa 30 cm Bandeisen abfiel. Er liess desshalb eine Zange herstellen, mit der man rasch und leicht die Reifen um die Ballen ziehen und schliessen kann, die aber doch so einfach ist, dass jeder Schlosser sie leicht anfertigen kann. Nach seiner Beschreibung in Nr. 14 der Papier-Zeitung von 1890 ist die in Figg. 989 und 990 dargestellte Zange ein Reibungsgesperre, dessen Winkel $a$ so klein gewählt werden muss, dass das durchgehende dünne Bandeisen $g$ noch festgeklemmt wird. Die Reibung wird durch feilenartiges Aufhauen der eingeschmiedeten und gehärteten Klemmbacken verstärkt. Beim Spannen wird die Zange mit beiden Händen gehandhabt, mit der rechten am Druckhebelgriff $e$, mit der linken am Handbügel $f$ aus gebogenem Draht. Das in der Pfeilrichtung zu spannende Bandeisenende $g$, welches zwischen den Backen liegt, wird beim Niederdrücken des Griffs $e$ unter gleichzeitigem Stemmen der aufgerauhten Nase $h$ gegen irgend einen festen Punkt ($k$ in Fig. 991) sicher gefasst und beliebig gezogen. Bei der mit den eingeschriebenen Maassen erzielten Hebelübersetzung lässt sich ein Zug von 200 kg leicht hervorbringen, und je stärker der Zug ist, desto fester fassen die Backen das Band.

Die Art der Befestigung des Bandes um einen Ballen ist in Fig. 991 dargestellt. Fig. 992 zeigt die Oese, um deren Seiten *b* und *c* die Enden des Bandes gebogen werden. Man zieht das von der Rolle *g* entnommene Ende des Bandeisens zwischen den Backen der Zange bei *a* durch, indem man dieselben durch

Fig. 989.

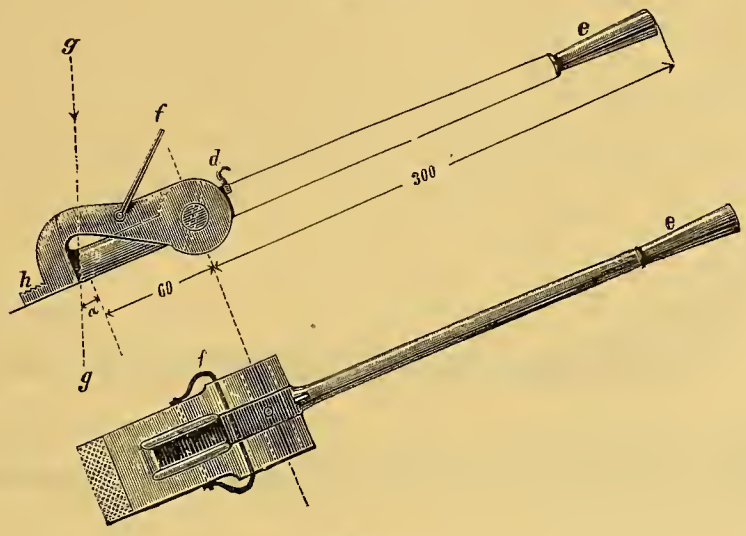
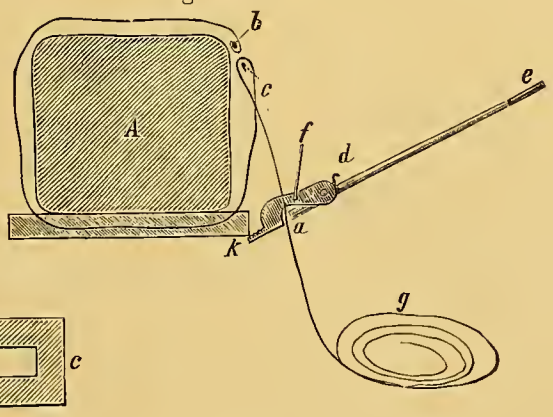



Fig. 990.

Einhaken des Bügels *f* bei *d* geöffnet hält, schiebt dann die Oese Fig. 992 auf das Band, legt dieses um den Ballen, und zieht es so lange von der Rolle *g* nach, bis der umgelegte Theil zum Verschluss reicht. Dann legt man das Ende durch

Fig. 991.



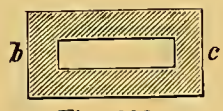




Fig. 992.

die Oese einige Centimeter nach einwärts um, und nachdem man den Bügel *f* ausgehakt und angefasst, sowie Griff *e* in die Hand genommen hat, arbeitet man spannend und nachgreifend, wie an einer Pumpe, wobei man die Zange mit der

Nase *h* gegen irgend einen festen Punkt *k*, den hier ein Pressballenunterlageholz abgiebt, stützt. Dies geschieht so lange, bis der Ballen durch einige Griffe genügend gepresst befunden ist. Hierauf schneidet man bei *c* das gespannte Bandende ab. Durch Aufschieben einer neuen Oese ist alles zur folgenden Schnürung bereit. Die Oese sowie die Enden des Bandeisens liegen nach innen, spannen sich daher um so fester gegen den Ballen, je mehr derselbe sie auseinander zu zerren sucht und bedürfen keiner weiteren Befestigung.

Fig. 993.

Will man mit Draht binden, so bildet man einen der Zangenbacken keilnuthförmig aus, wie Fig. 993 zeigt.

In späterer Mittheilung erläuterte Herr Rész, dass die Zeichnungen Figg. 989 bis 991 der Zange jetzt nur noch zur Erklärung des Verfahrens dienen können, aber nicht genau mit der jetzt (1892) nach beinahe 2 Jahren benutzten übereinstimmen. Figg. 994 und 995 geben eine genaue Darstellung in 1 : 5 der wahren Grösse von der jetzt benutzten Zange, deren Buchstaben mit den in Figg. 989 und 990 benutzten übereinstimmen. Die beschriebene Arbeit mit dieser Zange geht sehr rasch von statten, ohne dass von dem Bandeisen etwas verloren wird.

Fig. 994.

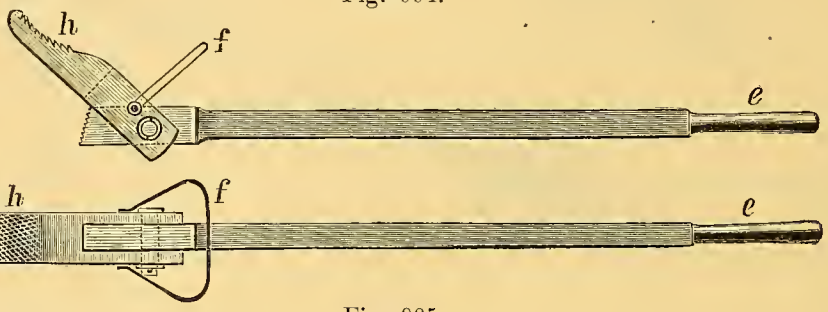



Fig. 995.

# VIERTES KAPITEL.

## ERSATZSTOFFE FÜR HADERN.

Theil I. Geschichtliches und Eintheilung.
Theil II. Fasern oder Zellstoff (Cellulose). — (Dieser Theil handelt von dem gemeinsamen Grundstoff aller Papiere.)
Theil III. Altes Papier.
Theil IV. Stroh.
Theil V. Espartogras.
Theil VI. Holz (Holzschliff, Dämpfholzschliff, Holzzellstoff).
Theil VII. Manillahanf. — Jute.
Theil VIII. Schilfrohr. — Bambus. — Sorghum Zuckerrohr. — Adansonia. — Torf. — Kartoffelpülpe usw.

## THEIL I.

### GESCHICHTLICHES UND EINTHEILUNG.

**379. Die ersten in Europa gemachten Versuche.** Die hervorragendsten Männer ihrer Zeit haben stets lebhaften Antheil an Allem genommen, was mit den Künsten des Schreibens und Druckens zusammenhängt, und vor mehr als einem Jahrhundert schon erkannten sie die Nothwendigkeit der Auffindung von Rohstoffen, die anstelle von Hadern zur Anfertigung von Papier dienen könnten.

Der Superintendent und Botaniker Dr. Jakob Christian Schäffer in Regensburg veröffentlichte im Jahr 1765 einen Oktavband, worin er Muster und Beschreibung verschiedener Pflanzen gab, welche er ohne Beimischung von Hadern in Papier verwandeln konnte. Darunter befanden sich: die Samenwolle der Schwarzpappel, Wespennester, Sägemehl, Moos, Buche, Weide, Aspe, Maulbeerbaum, Fichte, Hopfenranken, Traubenschalen, Hanf, Aloëblätter, Maiblümchen, Roggenstroh, Krautstumpen, Distelstengel, Klette, Weizenstroh, Besenstroh, bayrischer

Torf und andere mehr. Im Jahre 1772 veröffentlichte er ein zweites Buch, welches über 60 aus verschiedenen solchen Rohstoffen angefertigte Papiermuster enthält.

Joel Munsell sagt in seiner *Chronology of Paper and Papermaking, Albany 1870,* dass 1672 in zwei italienischen Mühlen Papier aus Mais bereitet wurde, dass er aber keine Nachricht darüber fand, ob die Darstellung mit Erfolg oder nur versuchsweise betrieben wurde.

Die Gelehrten Seba, Réaumur, Guetard, Gleditsch und andere hatten, wie Dr. Schäffer im ersten Kapitel des ersten Bandes seiner Versuche und Muster usw. sagt, schon vor ihm Vorschläge zur Darstellung von Papier aus anderen Stoffen als Hadern gemacht:

Jene Gelehrten haben geglaubt und mit vieler Wahrscheinlichkeit dargethan, dass man beim Papiermachen keineswegs nur allein und nothwendig an die Lumpen oder leinenes Zeug gebunden sei, sondern dass sich ebensowohl und ebensogut aus einer Menge anderer Sachen als aus den bisher gewöhnlichen Lumpen Papier machen lassen müsse. Denn, da die Lumpen bekanntlich ihren ersten Ursprung von Hanf und Flachs haben, diese aber zu dem Pflanzenreiche gehören, so haben sie hieraus geschlossen und zu erweisen gesucht, dass alles dasjenige, was, wie Hanf und Flachs, aus biegsamen zarten und leicht von einander abzusondernden, durch Wasser zu einem Brei zu verwandelnden, und zuletzt nach der Austrocknung eine gewisse Steife und Festigkeit behaltenden Fäserchen bestehe, auch zu Papier taugen müsse.

Der Verf. besitzt ein Exemplar eines im Jahre 1801 in London erschienenen Buches von Matthias Koops, welches den Titel (übersetzt) führt: *Geschichtlicher Bericht über die Stoffe, welche von der frühesten Zeit der Erfindung des Papiers an zur Beschreibung von Ereignissen und Mittheilung von Gedanken dienten. Zweite Auflage.* Es beginnt mit folgender, an König Georg III. gerichteten Ansprache:

Gnädigster Landesherr

Sire: Eure Majestät haben gnädigst geruht, mir Patente zu ertheilen für das Ausziehen von Druckerschwärze und Tinte aus altem Papier durch seine Auflösung zu Stoff und für seine Umwandlung in *weisses* Papier, welches sich zum Schreiben, Drucken und zu anderen Zwecken eignet, und auch für die Fabrikation von Papier aus Stroh, Heu, Disteln, Abfällen von Hanf und Flachs und verschiedenen Arten von Holz und Rinde, welches sich zum Druck und beinahe allen andern Zwecken eignet, zu denen Papier benützt wird.

Eure Majestät haben mir im September vorigen Jahres auch gestattet, zu Ihren Füssen das erste brauchbare Papier niederzulegen, welches je aus Stroh allein, ohne Beimischung von Lumpen dargestellt wurde. Der gnädige Empfang, den Eure Majestät ihm zu Theil werden liessen, der Beifall des Publikums und die Ermunterung, welche ich durch eine zu seinen Gunsten passirte Parlamentsakte erhielt, veranlassten mich, diese Zeilen nochmals auf Papier zu drucken, das in verbesserter Weise aus Stroh allein hergestellt wurde, obwohl es noch nicht so vollkommen ist, wie es von einer besonders für diesen Zweck gebauten Fabrik erzeugt würde, welche, wie ich mir schmeichle, jetzt durch die mir von Euer Majestät Parlament bewilligte Rücksicht (indulgence) rascher zur Ausführung kommen wird. Dieser neue Versuch beseitigt alle Zweifel darüber, dass gutes brauchbares Papier aus Stroh allein dargestellt werden kann.

Die günstige Weise, mit welcher Eure Majestät auf diese meine bescheidenen Erfindungsversuche zu blicken geruhten, wird ein fortwährender Sporn zu erneuten Anstrengungen sein, und die Aussicht, das Lob eines Königs zu verdienen, der stets bereit ist, die geringsten Bemühungen anzuerkennen, welche zu allgemeiner Wohlfahrt beitragen, und der sich als erhabener Gönner und Beschützer der Künste und Wissenschaften erwiesen hat, zwingt mich zu unverminderter Ausdauer in meinem Streben nach Vervollkommnung, in der Hoffnung, Euer Majestät Lob zu verdienen, was mir das grösste denkbare Vergnügen bereiten würde.

Mit den heissesten Wünschen für Euer Majestät Gesundheit und langes Leben und mit aller möglichen Ehrerbietung und Demuth bitte ich, gnädigster Landesherr, mich unterzeichnen zu dürfen

Eurer Majestät ergebenster, gehorsamster
und unterthänigster Diener
**Matthias Koops.**

17 James Street, Buckingham gate, August 30th., 1801.

Auf Seiten 250 bis 253 heisst es:

Ich hatte die Genugthuung, seit dem 1. Mai 1800 Zeuge der Errichtung einer grossen Papierfabrik in der Neckinger mill, Bermondsey, zu sein, wo meine Erfindung der Wiederverarbeitung alten Papiers mit grossem Erfolg ausgeführt wird, und wo bereits wöchentlich mehr als 700 Ries ganz reines weisses Papier, ohne Zusatz von Hadern, aus Abfällen, beschriebenem und bedrucktem Papier, angefertigt werden, was dem Publikum insofern bereits Nutzen gebracht hat, als der Preis des Papiers nicht weiter gestiegen ist, als um die Erhöhung der Steuer und des Arbeitslohns. Das Erzeugniss besagter Fabrik wird überdies in wenigen Wochen verdoppelt werden.

Neben diesem Erfolge haben sich auch meine weitergehenden Ansichten bei den Versuchen, vollkommen gutes Papier aus Stroh, Holz und andern Pflanzenstoffen darzustellen, bewährt. Ich bin jetzt imstande, dem Publikum sehr starkes und feines Papier zu zeigen, welches daraus, ohne Beimischung irgend eines andern Papierstoffes, erzeugt wurde, obwohl ich noch nicht den Vortheil hatte, es in einer für solch ein neues Unternehmen besonders gebauten Fabrik darzustellen. Das Papier, worauf diese Worte stehen, ist ein unleugbarer Beweis. Da es aber aus rohem Stroh angefertigt ist, von dem weder Unkraut, noch vom Wetter gefärbte Halme aussortirt wurden, so ist es von geringer Güte. Ich habe diese Art von Papier absichtlich dazu gewählt, um den Fortschritt eines so merkwürdigen Unternehmens darzuthun und der Welt seine Möglichkeit zu beweisen, trotz der Meinung vieler gelehrten Männer und besonders des geistreichen Breitkopf in Leipzig, dass aus Stroh erzeugtes Papier nicht zum Drucken verwendet werden kann. Dieses Muster sowie andere von viel feinerer Qualität, welche fabrizirt wurden, lassen keinen Zweifel darüber, dass ich, sobald die Fabrik mit den nöthigen Einrichtungen erbaut sein wird, eben so gutes Papier aus Stroh, wie irgend eines aus Hadern erzeugen werde, und nach einigen Versuchen, welche ich behufs Umwandlung der gelben in milchweisse und weisse Färbung gemacht habe, erscheint sie unzweifelhaft ausführbar, was den Verbrauch vermehren und Vorurtheile beseitigen wird, welche gewöhnlich gegen neue Erfindungen festgehalten werden, obwohl die natürliche Färbung nicht nur gefällig, sondern auch dem Auge zuträglich ist, besonders für Musiknoten bei Kerzenlicht. Kupferstichdrucker versichern, dass es den Druck besser als französisches Kupferdruckpapier annimmt, und es ist von sehr schöner Wirkung bei Landschaften und Bildern, Zeichnen- und Tapetenpapier.

Auf dem Titelblatt findet sich folgender Satz:

Gedruckt auf Papier, wiederfabrizirt aus altem
bedrucktem und beschriebenem Papier.

Das Papier des im Besitz des Verf.'s befindlichen Exemplars ist jetzt, nach 92 Jahren, noch weiss und gut. Das Strohpapier, welches zum Druck eines Theils der Auflage diente, ist stark und zähe, aber von hellbrauner, unserem heutigen Strohpackpapier ähnlichen Farbe, worauf jedoch der Druck sehr deutlich lesbar ist.

Die letzten 15 Seiten des Buches sind auf Papier gedruckt, welches ganz aus Holz besteht, es hat helle Gemsfarbe und ist ziemlich rauh. Die Fasern sind offenbar nicht in reinem Zustand aus dem Holze gewonnen worden, d. h. sie sind noch von inkrustirenden Bestandtheilen begleitet, das Papier ist aber trotzdem stark und zähe, und der Druck hebt sich klar darauf ab.

Weiterhin spricht Mr. Koops die Ansicht aus, dass blattweise aufeinander gelegtes Papier (aus Holz, Stroh und dergl.) in Zukunft für viele Zwecke anstelle von fremdem Holz Verwendung finden werde, und er bezeichnet sogar in folgendem Satze im Jahr 1801 schon die Gewerbe, welche neuerdings anfangen, seine Voraussagungen zu verwirklichen:

Es wird sich schliesslich zeigen, dass auf solche Weise bereitetes Papier eine leichtere hübschere und dauerhaftere Bedeckung für Gebäude aller Art abgiebt, und es ist eben so wahr, dass das Bindemittel aus Stoffen zusammengesetzt werden kann, welche das Papier nicht nur unverbrennlich, sondern auch dauerhafter als Schiefer, Ziegel und Holz in ihrem Naturzustande, und unangreifbar für Insekten machen. Wer kann sagen, dass Fabrikanten von Wagen, Stühlen und Möbeln es nicht zur Herstellung ihrer Erzeugnisse verwenden werden, wenn sie seine vortrefflichen Eigenschaften in Erwägung ziehen, seine Biegsamkeit, Härte und die Fähigkeit, viel genauer und glänzender bearbeitet zu werden als Holz, welches so sehr von Luft und Wetter

leidet. Die Verarbeitung von Holz, Stroh und anderen Pflanzenstoffen kann daher für viele Zwecke nützlich werden, und das Holzpapier, worauf diese Zeilen gedruckt sind (der erste Versuch seiner Darstellung in grosser Menge), liefert einen unbestreitbaren Beweis dafür, dass brauchbares Papier aus den härtesten, von Mark und Rinde befreiten Theilen des Holzes allein dargestellt werden kann, und, wenn einer meiner Vorschläge für Verwendung des Erzeugnisses Anklang findet, werden Versuche tüchtiger Fabrikanten beweisen, dass solches Papier in einen Stoff umgewandelt werden kann, welcher härter und dauerhafter als irgend ein natürlich gewachsenes Holz ist.

Nach Dr. Schäffer und Koops haben sich noch viele Erfinder mit der Herstellung von Papier aus Pflanzenfasern beschäftigt, sie erzeugten jedoch nur Proben in kleineren oder grösseren Mengen, welche an Güte noch viel zu wünschen übrig liessen. Zu einem regelmässigen Fabrikbetrieb kam es erst um die Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts, nachdem durch fortgesetztes Arbeiten Vieler Verfahren gefunden wurden, welche in den folgenden Theilen beschrieben werden sollen.

**380. Alte und neue Ersatzstoffe.** Die Chinesen und Japaner bereiten schon seit Jahrhunderten Papier aus Pflanzen, welche sie zu diesem Zwecke anbauen, und man könnte daraus folgern, dass deren Anbau und Verarbeitung auch für Europa lohnend sein müsse. Das chinesische und japanische Papier verdankt jedoch seine vortrefflichen Eigenschaften nicht nur den dazu verwendeten Rohstoffen, sondern auch dem Ausschluss aller Maschinen und starken Chemikalien bei deren Seiten 2 bis 5 beschriebenen Verarbeitung. Durch Kochen der Holz- oder Baststreifen mit Holzaschen-Lauge, Waschen in fliessendem Wasser und Schlagen mit Bambusstöcken bis zu ihrer völligen Umwandlung in Brei oder Stoff wird die volle Länge und Stärke der Fasern bewahrt. Die nachherige Verfilzung auf Bambussieben, welche von Hand geschüttelt werden, sowie die natürliche Trocknung auf mit Papier überspannten Rahmen tragen überdies zur Bildung eines starken Papiers bei. Da aber schon das Handpapier trotz seiner noch unerreichten Vorzüge in Europa dem Maschinenpapier weichen musste, so ist an die erfolgreiche Einführung des rohen asiatischen Verfahrens wegen des dazu nöthigen ungeheuren Aufwands von Handarbeit nicht zu denken, und man könnte höchstens die dortigen Papierpflanzen hierher bringen, oder ihren Anbau versuchen. Wenn es aber auch gelänge, sie in Europa einzugewöhnen, wäre es noch sehr fraglich, ob sie, in ähnlicher Weise wie Stroh, Holz oder Esparto behandelt, Papier ergäben, dessen bessere Güte die grösseren Anschaffungskosten der fremden Pflanzen ausgleichen würde. Dass diese Anschaffungskosten sich höher stellen müssen, erhellt schon aus dem Umstande, dass Stroh, Holz, Jute und Esparto zum Theil Abfälle und Nebenerzeugnisse sind, zum Theil auch auf einem Boden wachsen, der keiner andern Kultur fähig ist.

Seit Niederschrift vorstehender Sätze (1874) sind in Japan viele Papierfabriken mit amerikanischen und europäischen Einrichtungen und Langsiebmaschinen in Betrieb gekommen, die auch Papiere aus den in Abschnitt 2 erwähnten Fasern herstellen. Diese aus japanischen Rohpflanzen hergestellten Maschinenpapiere wurden auch nach Europa gebracht und erregten allgemeine Aufmerksamkeit. Es scheint aber, dass sie nur beschränkten Absatz fanden, weil sie entweder zu theuer waren, oder weil für ihre Eigenart noch kein genügender Bedarf vorhanden war.

Die in grossen Mengen verarbeiteten Ersatzstoffe werden in der Seite 1049 angegebenen Reihenfolge besprochen.

# THEIL II.

## FASERN ODER ZELLSTOFF (CELLULOSE).

**381. Entstehung.** Thiere und Menschen stehen mit den Pflanzen durch Vermittlung der Atmosphäre in Wechselwirkung. Die Thiere athmen mit der Luft Sauerstoff ein, der sich in den Lungen mit Kohlenstoff aus dem Blute verbindet und als Kohlensäure ausgeathmet wird. Bei Verbrennungen findet dieselbe Vereinigung von Kohlenstoff aus den verbrennenden Gegenständen mit Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure statt. Die grünen Theile der Pflanzen nehmen diese Kohlensäure auf, zersetzen sie unter dem Einfluss des Lichts, behalten den Kohlenstoff und hauchen den Sauerstoff aus. Wenn die Pflanzen von Thieren oder Menschen gegessen werden, geht ihr Kohlenstoff wieder ins Blut über und beim Verbrennen unmittelbar in die Luft.

Die Elemente der Kohlensäure, Kohlenstoff und Sauerstoff, und die des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, werden durch den Einfluss der Pflanzen, in denen sie zusammenkommen, so gruppirt, dass sie einen Saft bilden, welcher sich in dem Verhältniss wie er Sauerstoff abgiebt, zu festen Körpern verdichtet. Es scheint, dass durch die Wirkung des Chlorophylls der grünen Theile der Pflanzen und des Sonnenlichts aus Kohlensäure und Wasser die sogenannten Kohlehydrate entstehen, aus welchen unter Einfluss der Zellenthätigkeit, unter Abscheidung von Wasser, nach Umständen Zucker, Inulin, Stärke oder Zellstoff, sowie Pflanzensäuren und Fette gebildet werden. Die schon von Liebig benützte Bezeichnung »Zellstoff« kennzeichnet diese Entstehung und ist daher bei Gebrauch der deutschen Sprache berechtigter als das französische »Cellulose«.

Nach Dr. Hugo Müller, London, »Die Pflanzenfaser und ihre Aufbereitung für die Technik, Friedr. Vieweg & Sohn in Braunschweig 1876«, scheinen sich die Kohlehydrate, Säuren oder Fette im wachsenden Zellengewebe zunächst in Stärke zu verwandeln, welche vom Zellsaft gelöst und aus diesem als Zellenmembran ausgeschieden wird. Die fortgesetzte Einlagerung dieses Zellenstoffes zwischen die Moleküle der bereits gebildeten Zellhaut bewirkt dann Wachsthum und Verdickung derselben. Da sich der Zellstoff (Cellulose) in Gegenwart von Wasser ausscheidet, so bleibt er davon durchdrungen und gestattet dem Pflanzensaft den für die Lebensthätigkeit der Pflanze erforderlichen Durchgang.

Die dem Anschein nach anfangs aus reinem Zellstoff bestehende Pflanzenzelle erfährt mit Entwicklung der Pflanze Verdickungen ihrer Wände, die sich konzentrisch schichten. In dem Verhältniss wie sich der Zellstoff in diesen Schichten verdichtet, nimmt sein Wassergehalt ab, und es scheint, dass hierauf das verschiedene Verhalten beruht, welches reiner Zellstoff von verschiedenem Alter und Ursprung zeigt, z. B. verschiedene Löslichkeit in Alkalien und verschieden leichte Umwandlung in Traubenzucker oder Glykose durch Salzsäure.

In manchen Pflanzen behalten die Zellwände ihre ursprüngliche Gestaltung bei, in anderen aber vollzieht sich eine schichtenweise Verkrustung derselben im Verhältniss zur Abnahme ihrer zersetzenden Thätigkeit. Diese Verkrustung gestaltet sich im Innern der Pflanze zu einer Verholzung und an den Aussenflächen zu einer Verkorkung (Cuticularisirung).

Durch die Verholzung werden die Zellen hart, unschmiegsam, weniger zähe, lassen aber wässrige Flüssigkeiten immer noch durch. Man hat die Stoffe, welche durch ihre Umlagerung der Zellwände die Verholzung bewirken, Lignin genannt, damit aber deren Kenntniss nicht gefördert. Man weiss nur, dass sie sich in verschiedenen Pflanzen verschieden verhalten und wahrscheinlich aus Gemischen verschiedener Körper bestehen. Während z. B. Zellstoff etwa folgendermaassen zusammengesetzt ist,

$$\underset{\text{Kohlenstoff}}{C_6} \quad \underset{\text{Wasserstoff}}{H_{10}} \quad \underset{\text{Sauerstoff}}{O_5} \quad \text{oder} \quad C_{12} \; H_{20} \; O_{10}$$

hat man nach Dr. Hugo Müller gefunden, dass die Inkrusten mehr Kohlenstoff und weniger Sauerstoff enthalten, nach etwa der Formel $C_{19} \; H_{24} \; O_{10}$. Da Lignin den Säuren und Alkalien viel weniger widersteht als Zellstoff und sich in lösliche Stoffe verwandeln lässt, so kann man es dadurch abscheiden, und hierauf beruhen auch die verschiedenen Verfahren der Zellstoff-Gewinnung. Mit diesen organischen Inkrusten finden sich in den Zellwänden stets auch mineralische Stoffe, z. B. Kieselsäure in Stroh.

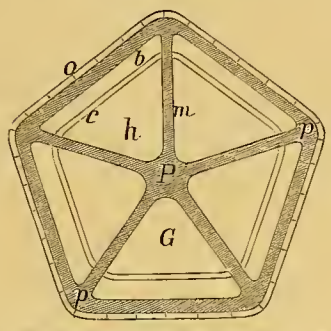
Neben dem verkrustenden Lignin unterscheidet Dr. Hugo Müller eine *Intercellularsubstanz,* welche sich nach erfolgtem Verholzen in Form von Schichten oder Lamellen bildet, durch welche die Zellen von einander getrennt werden. Dieser Stoff soll nach den Pflanzen und ihrem Alter noch verschiedener sein als die Inkrusten. Die im Holz vorkommende Intercellularsubstanz ist schwerer in Schwefelsäure und leichter in verdünnter Chromsäure löslich, wird aber von Alkalien, Salpetersäure und Chlor ebenso angegriffen und zerstört wie Lignin. Da es sich bei der Erzeugung von Zellstoff um die Entfernung beider Arten von Fremdkörpern handelt, und beide gleichartig durch die Lösungsmittel zerstört werden, so können Lignin und Intercellularsubstanz für praktische Zwecke als ein Stoff gelten, und wir wollen dieselben deshalb unter der Bezeichnung Inkrusten zusammenfassen.

Die an den Aussenflächen der Pflanzen auftretende Verkorkung (Cuticularisirung) bildet Rinde, die bei der Fabrikation von Holzschliff und Zellstoff mechanisch entfernt wird.

**382. Bildung von Stammholz.** Durchschneidet man einen jungen, noch unverholzten Stamm senkrecht auf seine Achse, so erkennt man, dass er aus der Oberhaut *O,* den Parenchymgeweben *pPm* und 5 Gefässbündeln *b c h* besteht, wie Fig. 996 zeigt. Mit dem Wachsthum des Stammes geht die Oberhaut *O* verloren und wird durch verkorktes Parenchym d. i. Rinde ersetzt. Das Cambium *c* wird

nach aussen zu Bast, nach innen Holz. Das Mark verschwindet allmälig, aber zwischen Bast und Holz bleibt noch eine dünne Lage des zarten Cambiums, welches die Grenze zwischen dem Holz einerseits, sowie Bast und Rinde anderseits bildet und leichte Trennung ermöglicht.

Fig. 996.



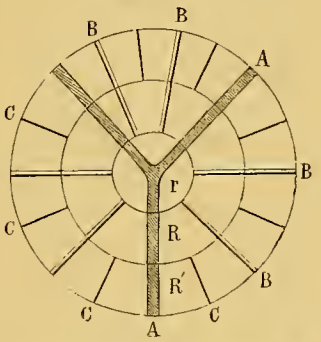

Theoretischer Querschnitt durch einen jungen Dicotylenstamm nach Wiesner. *O* Oberhaut *p* Rindenparenchym *m* Markstrahl *P* Mark *b c h* eines der 5 Gefässbündel *b* Bast *c* Cambium *h G* Holz.

Das Holz des Stammes besteht hiernach aus Gefässbündeln und Markstrahlen, die vom Mark bis zum Rindenbast laufen, und die Prof. Wiesner primäre nennt. Dieselben sind in Fig. 997 mit *A* bezeichnet und reichten im ersten Jahr nur bis *r*, im zweiten bis *R* und im dritten bis $R^1$. Die sekundären Marktstrahlen *B* entstanden erst im zweiten, *C* im dritten Jahr und sind um so länger, je früher sie entstanden.

Die Jahresringe sind um so deutlicher, je mehr das Klima während eines Jahres wechselt. Brasilianisches Nadelholz hat demnach so gut wie keine Jahresringe.

Die im Frühjahr und Sommer entstandenen Schichten unserer Laub- und Nadelhölzer haben dünnwandigere, die Herbstlagen derbwandigere Holzzellen. Letztere sind auch tangential stärker abgeplattet als die im Frühjahr und Sommer entstandenen Holzzellen. Das Frühlingsholz geht beständig in Herbstholz über. An das derbwandigste Herbstholz schliesst sich zartes Frühlingsholz des folgenden Jahres, wie Fig. 998 zeigt, und schafft damit eine deutlich sichtbare Grenze zwischen beiden, z. B. bei der Fichte, Tanne, Föhre und Lärche.

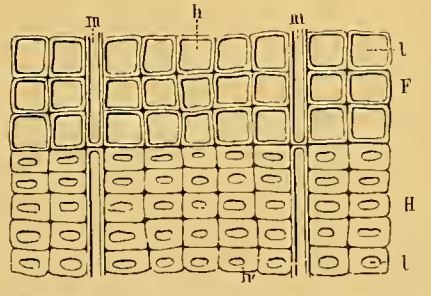
Fig. 997.




Theoretischer Querschnitt durch den Holzkörper eines dreijährigen Stammes.

In Laubhölzern bilden sich die meisten Gefässe im Frühjahr, und wenn das Frühjahrsholz reich, das anstossende Herbstholz aber arm an Gefässen ist, so entstehen deutliche Jahresringe zwischen beiden, wie z. B. bei Eiche, Ulme, Esche. Wenn aber die Zahl der im Frühjahr und Herbst gebildeten Gefässe nicht sehr verschieden ist, so kommen nur undeutliche durch stärkere Verdickung der Herbst-Holzzellen entstandene Jahresgrenzen zustande, wie z. B. bei Ahorn.

Fig. 998.




Querschnitt durch Fichtenholz, 200fach vergrössert, nach Wiesner.
$h^1 h^1$ Holzzellen *m m* Markstrahlen *l l* Lumina der Holzzellen *H* Herbst- *F* Frühlingsholz.

Das noch Saft führende äussere, nächst dem Cambium liegende Holz enthält noch Eiweisskörper, Stärkemehl usw. und heisst Splint. Der Kern hat keinen Antheil mehr an der Ernährung des Baumes, enthält aber luftführende Zellen und oft erhebliche Mengen Harzmehl. Seine dunklere Farbe rührt von einer Umsetzung der todten Zellmembran in Huminstoffe her.

**383. Chemische Zusammensetzung und Verhalten des Zellstoffs.** Nach seiner in Abschnitt 381 beschriebenen Entstehung ist Zellstoff (Cellulose) aus

Kohlenstoff und den Elementen des Wassers, in dem Verhältniss wie sie Wasser bilden, zusammengesetzt. Jedenfalls besteht derselbe aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältniss von

$$\underset{\text{Kohleustoff}}{C_6} \quad \underset{\text{Wasserstoff}}{H_{10}} \quad \underset{\text{Sauerstoff.}}{O_5}$$

Von verschiedenen Chemikern wird angenommen, dass sich die Umwandlung in der Pflanze wahrscheinlich in der Weise vollzieht, dass durch Aufnahme von mehr Wasser Glykose, durch weniger Wasser Zellstoff entsteht.

$$\underset{\text{Kohleusäure}}{6\,CO_2} + \underset{\text{Wasser}}{6\,H_2O} = \underset{\text{oder Traubenzucker}}{\underset{\text{Glykose}}{C_6H_{12}O_6}} + \underset{\text{Sauerstoff}}{12\,O}$$

$$\text{und } \underset{\text{Kohlensäure}}{6\,CO_2} + \underset{\text{Wasser}}{5\,H_2O} = \underset{\text{oder Zellstoff}}{\underset{\text{Stärke}}{C_6H_{10}O_5}} + \underset{\text{Sauerstoff}}{12\,O}$$

Zellstoff löst sich in konzentrirter Schwefelsäure und wandelt sich beim Kochen einer verdünnten derartigen Lösung in Dextrin $C_{12}H_{20}O_{10}$ und schliesslich in Glykose $C_6H_{12}O_6$ um.

Wie schwierig es ist, die Entstehung des Zellstoffs und die Natur der Inkrusten zu erforschen, lässt sich schon aus dem Umstand erkennen, dass es beinahe unzählige Stoffe verschiedenster Art giebt, die nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in verschiedenen und gleichen Verhältnissen bestehen. Von all' diesen Stoffen werden nur diejenigen als Kohlehydrate bezeichnet, welche 6 oder eine Mehrheit von 6 Kohlenstoffatomen $C_6\,C_{12}\,C_{18}$ .... in Verbindung mit Wasserstoff und Sauerstoff in deren wasserbildendem Verhältniss $H_2O$ enthalten. Da viele verschiedenartige Stoffe Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in gleichem Verhältniss enthalten, wie z. B. Stärke, Dextrin und Zellstoff, so erklären die Chemiker die grosse Verschiedenheit daraus, dass die kleinsten Theile, die Moleküle dieser Stoffe, aus verschieden mehrfachen Mengen obiger kleinster Verhältnisszahlen bestehen. Stärke wird z. B. von manchen Chemikern als aus $C_6H_{10}O_5$ bestehend angenommen, und der so sehr verschiedene Zellstoff als $C_{12}H_{20}O_{10}$. Von anderer Seite wird für Stärke $C_{120}H_{200}O_{100}$ und für Zellstoff $C_{180}H_{300}O_{150}$ aufgestellt.

Da Kohlenstoff C ein Atomgewicht von 12 hat
Sauerstoff O „ „ „ 16 „
Wasserstoff H „ „ „ 1 „

so hat ein Atom Zellstoff von der Zusammensetzung $C_{12}H_{20}O_{10}$ ein Gewicht von

$$\left.\begin{array}{l} 12 \times 12 = 144\,C \\ 20 \times 1 = 20\,H \\ 10 \times 16 = 160\,O \end{array}\right\} = 324 = \left\{\begin{array}{l} 44{,}44 \text{ pCt. C} \\ 6{,}17 \text{ „ H} \\ 49{,}38 \text{ „ O} \end{array}\right.$$

Man hat auch thatsächlich gefunden: In Zellstoff aus Flachs 44,35 pCt. Kohlenstoff und 5,97 pCt. Wasserstoff. In Zellstoff, der aus Kupferoxyd-Ammoniak abgeschieden wurde, 44,21 pCt. C und 6,26 pCt. H.

Obwohl die Zellstoffe aus diesen drei Stoffen in anscheinend stets gleichem Verhältniss bestehen, sind sie, wie jeder Papiermacher weiss, nach Herkunft und Erzeugung in Form, Eigenschaften und Verhalten sehr verschieden. Die Ursachen dieser Verschiedenheiten sind zwar noch unbekannt, doch nimmt man an, dass

die innere Zusammensetzung bei solchen Zellstoffen insofern von einander abweicht, als ihre Moleküle nicht einfach aus 6 Kohlenstoff, 10 Wasserstoff und 5 Sauerstoff bestehen, sondern dass in denselben zahlreiche Glykosegruppen verschiedenster Art vereinigt sind. (Kurzes Handbuch der Kohlehydrate von Professor Dr. Tollens, 1888, dem auch viele der nachstehenden Angaben entstammen.)

Am reinsten kommt Zellstoff in zarten Pflanzentheilen wie Baumwolle, Flachsfaser, Hollundermark vor, ist aber doch noch immer mit so vielen Inkrusten behaftet, dass man sie durch Behandlung mit Wasser, Alkohol, verdünnter Säure, verdünntem Alkali, und zum Lösen etwa vorhandener Kieselsäure mit verdünnter Flusssäure behandeln muss, um den Zellstoff ganz rein zu erhalten. In leinenen Lumpen oder Filtrirpapier haben die Fasern schon viele dieser Behandlungen erfahren und sind viel reiner als sie in der Natur vorkommen, manchmal ganz rein. Tollens empfiehlt zur Reindarstellung Erhitzen mit Calciumbisulfit nach dem Vorbild der Sulfit-Zellstoff-Fabrikation.

Reiner Zellstoff ist in verdünnten Säuren unlöslich, in Alkalien u. s. w. schwer löslich, wird aber vollständig aufgelöst von Schweizer's Reagens, d. i. Kupferoxyd-Ammoniak. Man kann dasselbe durch allmäliges Lösen von Kupferspänen in Ammoniak in offener Flasche herstellen, oder durch Fällen von Kupferoxydhydrat aus Kupfervitriol mittels Natrons in Gegenwart von Salmiak und Lösen in 20prozentigem Ammoniak. Aus einer Lösung in diesem Reagens lässt sich Zellstoff durch Säuren, Salze oder Verdünnen mit Wasser fällen, hat aber dann seine Faserform verloren. Nicht ganz reiner Zellstoff wie der natürlich vorkommende löst sich nur unvollständig oder garnicht in Kupferoxyd-Ammoniak.

Konzentrirte Säuren lösen Zellstoff und geben denselben, wenn die Lösung verdünnt wird, als Gallerte wieder ab.

Geringe Mengen von Säure können unter verschiedenen Umständen die auf Seiten 179 bis 183 dargelegte Umwandlung von Zellstoff in Hydrozellstoff bewirken, welcher mit der Zusammensetzung $C_{12}$ $H_{22}$ $O_{11}$ eine Stufe zwischen
Kohlenst. Wasserst. Sauerst.
Zellstoff und Traubenzucker bildet. Dieser Hydrozellstoff entsteht wahrscheinlich auch auf der Oberfläche von Papier, welches mittels Schwefelsäure und nachherigen Auswaschens pergamentirt wird, er setzt sich zwischen die Fasern, verkittet und verdichtet dieselben.

Chlor wirkt zuerst nur bleichend auf Zellstoff, zerstört ihn aber bei dauernder Einwirkung.

Salpetersäure wandelt Zellstoff in Pyroxilin oder Schiessbaumwolle um, die Schönlein 1846 entdeckte. Je weiter man die Behandlung mit Salpetersäure, die Nitrirung treibt, desto explosivere Stoffe bilden sich. In Aether-Alkohol löst sich Schiessbaumwolle zu Collodium. Aus Schiessbaumwolle und Kampher entsteht unter hohem Druck Celluloid, welchem durch Beimischung von Thon, Chlorzink, Farben usw. verschiedenartigstes Aussehen verliehen wird.

Chlorzink übt ähnliche Wirkung auf Zellstoff wie Schwefelsäure.

Konzentrirte Kalilauge wirkt schrumpfend und färbt Zellstoff beim Kochen dunkelbraun. Zehnprocentige Natronlauge löst nach Koch bis 40 pCt. damit umgerührten Zellstoffs auf, die durch Alkohol als amorphe Masse aus der Lösung gefällt werden.

Wird Zellstoff mit Kali oder Natron, am besten mit einem Gemenge von 1 Theil Kali auf 2 Theile Natron, geschmolzen, so entsteht Oxalsäure.

In Natron- oder Kalilauge schrumpft Baumwolle zusammen und nimmt soviel Alkali auf wie den Formeln

$$\underset{\text{Zellstoff}}{C_{12}H_{20}O_{10}},\ \underset{\text{Natron}}{NaOH}\ \text{und}\ \underset{\text{Zellstoff}}{C_{12}H_{20}O_{10}},\ \underset{\text{Kali}}{KOH}$$

entspricht. Dem Waschen mit Alkohol gegenüber ist die Verbindung haltbar, Wasser zieht aber das Alkali wieder aus.

Lösungen von Zellstoff in Kupferoxyd-Ammoniak geben mit Bleisalzen Niederschläge von Zellstoff mit Bleioxyd in wechselnden Verhältnissen. Auch aus Bleiessig nimmt Zellstoff Bleioxyd auf.

Mit essigsaurer Thonerde getränkter und getrockneter Zellstoff schlägt Thonerde auf sich nieder, welche später in Farbbrühen den Farbstoff fällt und festhält, also beim Färben als Beize dient. Bei späterem Lösen von so gefärbtem Zellstoff in Kupferoxyd-Ammoniak bleibt Thonerde mit Farbstoff zurück. Nach Bolley hat die Form der Baumwollfaser mit dem Festhalten der Beize und Farbe nichts zu thun, da sich der in Kupferoxyd-Ammoniak gelöst gewesene formlose Zellstoff wie die ursprüngliche Faser verhält.

Jod kann in Verbindung mit Schwefelsäure oder Chlorzink als Reagens auf Zellstoff dienen. Tränkt man den zu prüfenden Stoff — der aber frei von Stärke sein muss — mit Jodlösung und giebt konzentrirte Schwefelsäure zu, so zeigt Blaufärbung die Gegenwart von Zellstoff an. Betupft man mit einer Lösung von Chlorzinkjod, d. h. mit einer Chlorzinklösung von 1,8 spec. Gewicht, welcher 6 Theile Jodkalium und so viel Jod als sich löst zugegeben sind, so erhält man bei Anwesenheit von Zellstoff auch Blaufärbung. Diese Blaufärbung wird offenbar durch Entstehung von Hydrozellstoff bewirkt, welcher diese Reaktion zeigt und sich unter Einwirkung von Schwefelsäure oder Chlorzink bildet.

Zellstoff, der noch mit Inkrusten behaftet ist, lässt letztere dadurch erkennen, dass durch Betupfen mit schwefelsauerm Anilin gelbe und mit Phloroglucin und Salzsäure rothe Färbung eintritt. Da reiner Zellstoff diese Reaktionen nicht zeigt, so kann man beide Stoffe benutzen, um die Gegenwart von geschliffenem, stets mit Inkrusten behaftetem Holz im Papier zu ermitteln.

**384. Form des Zellstoffs.** Wenn wir auch nicht imstande sind, eine verschiedene chemische Zusammensetzung der Pflanzenfasern zu erkennen, vielmehr stets finden, dass sie aus Zellstoff $C_6H_{10}O_5$ bestehen, so weichen doch die Fasern verschiedener Pflanzen in ihren Eigenschaften sehr weit von einander ab. Ebenso verschieden sind auch die äussere Form und der innere Aufbau der Fasern und geben, da uns die Chemie im Stiche lässt, das einzige Mittel zur Unterscheidung und Erkennung der Zellstoffe. Die Einzelfasern sind jedoch so klein und fein, dass sich ihre Gestalt mit blossem Auge nicht erkennen lässt. Nur durch Betrachtung unter dem Mikroskop kann man deren Form und Bau sehen, und auch hierzu müssen dieselben in geeigneter Weise vorbereitet sein. Will man die im Papier befindlichen Fasern betrachten, so muss man sie vorher möglichst von anderen Beimengungen, wie Leimstoffen, Erde und dergl. befreien, was nach Erfahrung des Vorstehers der amtlichen Papierprüfungs-Anstalt zu Charlottenburg, Herrn Herzberg,

am besten durch Kochen mit verdünnter Natron- oder Kalilauge geschieht. Dadurch löst sich das Papier zu einer breiigen Masse auf, die man in einem Glase mit Tarirgranaten schüttelt, bis alle Klumpen verschwunden sind.

Durch Tränken mit einer durch Auflösen von Jod in Jodkalium-Lösung erhaltenen Flüssigkeit in der von Herzberg in seinem Leitfaden für Papier-Prüfung beschriebenen Art lassen sich die aus dem zubereiteten Brei entnommenen Papierfasern im grossen und ganzen in drei Klassen scheiden. Dieselben nehmen durch Tränken mit Jod verschiedene Färbung an, und zwar werden die Fasern von

Baumwolle, Leinen und Hanf . . . . . braun
Holzschliff und Jute . . . . . gelb
Holz-, Stroh- und Esparto-Zellstoff . . . farblos bis grau.

Weitere Unterscheidung giebt die Besichtigung unter dem Mikroskop Demjenigen, welcher durch genügende Uebung und Vergleichung die verschiedenen Fasern kennt. Zur Erlangung dieser Kenntniss sind Bilder der Fasern erforderlich in dem Zustand, wie sie bei vielfacher Vergrösserung unter dem Mikroskop erscheinen. Professor Dr. Julius Wiesner in Wien hat schon 1867 in seiner »Einleitung in die technische Mikroskopie« eine Reihe von Papierfasern bildlich dargestellt und dem Verf. deren Wiedergabe gestattet. Einige nachstehender Abbildungen sind von Galvanos der ursprünglichen Stiche gedruckt. Andre Darstellungen von Fasern aus fertigem Papier sind den Zeichnungen entlehnt, welche Herr Herzberg im Ergänzungsheft III der »Mittheilungen aus den Königlichen Technischen Versuchsanstalten 1887« veröffentlichte. Herr Herzberg hatte die Freundlichkeit, dem Verf. zur Anfertigung der Holzschnitte die Original-Zeichnungen zur Verfügung zu stellen.

Baumwolle, Leinen und Hanf. Baumwollfasern bestehen aus haarförmigen, langen, platten, unverzweigten Zellen, die häufig um ihre Axe gedreht sind. Die Zelle ist nämlich einem Schlauche ähnlich, dessen Höhlung etwa $^2/_3$ des Durchmessers ausmacht. Trocknet der Schlauch aus, so klappen seine Wände, da sie wegen ihres schwachen Baues dem Luftdruck nicht widerstehen, aufeinander, und die dabei auftretenden Spannungen der Wände veranlassen spiralförmige Drehung der Zelle. Bei den in Papier vorkommenden kurzen Enden von Baumwollfasern ist diese Drehung kaum bemerklich, und sie wird überdies durch das oben erwähnte Kochen mit Natron-Lösung beinahe wieder aufgehoben.

Die Fasern haben nach Wiesner einen mittleren Durchmesser von 0,0164 mm und die in Fig. 999 dargestellte Form. Besonders bemerkenswerth ist die Cuticula der Baumwollfaser. Die äussersten Wandschichten setzen sich nämlich nach Wiesner dort, wo sie wieder an solche oder andere Zellen stossen, in Inkrusten (Intercellularsubstanz) um, aber da, wo sie frei in die Luft ragen, in die den Inkrusten nahe verwandte Cuticula. Dieselbe erscheint als schmalstreifiger, manchmal körniger Ueberzug der Zelle, und

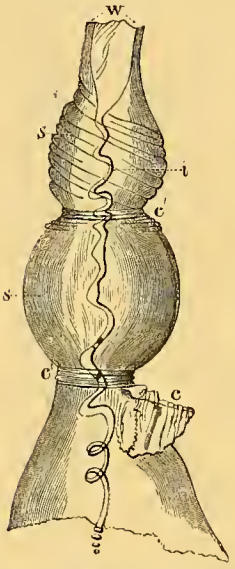
Fig. 999.

Baumwolle in 400facher Vergrösserung nach Wiesner. *A* in Luft, *B* in Wasser liegend. *c* Cuticula.

durch dieselbe lässt sich die Baumwolle sofort als Oberhautgebilde oder Haar erkennen und unterscheidet sich dadurch von allen Bastfasern, wie Leinen, Stroh, Esparto. In Kupferoxyd-Ammoniak färbt sie sich blau, und ihr mittlerer Querschnitt quillt oft bis zu einer Dicke von 0,07 mm auf. Die Cuticula wird dabei entweder fetzenweise abgeworfen, oder an einzelnen Stellen rund um die Zelle zusammengeschoben, wie in Fig. 1000 dargestellt ist; schliesslich aber wird sie, obwohl sie wie die Innenhaut lange widersteht, von dem Reagens aufgelöst.

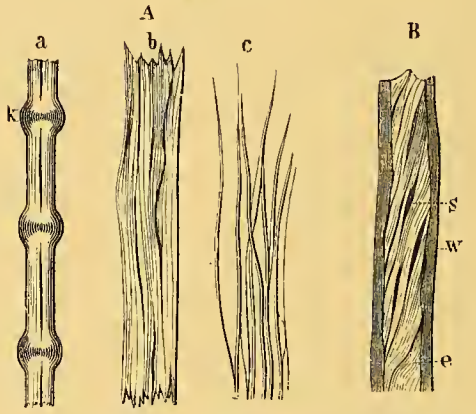
Die unverletzte Bastzelle der Leinenfaser ist sehr lang und misst manchmal mehrere Centimeter; sie ist glatt an der Oberfläche, rund im Querschnitt, cylindrisch und unterscheidet sich schon hierdurch, wie Fig. 1001 zeigt, auffallend von Baumwolle. Ausserdem hat sie als Bastzelle keine Cuticula. Die Baumwollfaser ist platt

Fig. 1000.




Baumwolle in 300facher Vergrösserung nach Wiesner, nach Einwirkung von Kupferoxyd-Ammoniak.
*w* die noch unveränderte Zellwand *cc*¹ Reste der Cuticula, welche während der starken Aufquellung der Schichten *s* theils fetzenweise abgeworfen *(c)*, theils an einzelnen Stellen des Haares *(c¹)* zusammengeschoben wurden. *s* sekundäre Verdickungsschichten *i* Innenhaut.

Fig. 1001.




*A* Leinen-, *B* Baumwollfaser in 300facher Vergrösserung nach Wiesner. *a* gebrochene, *b* zerklüftete, *c* zerfaserte Leinenfaser, *k* knotig aufgetriebene Bruchstellen, *w* Zellwand von Baumwolle, bei *s* zerklüftet, *e* Cuticula.

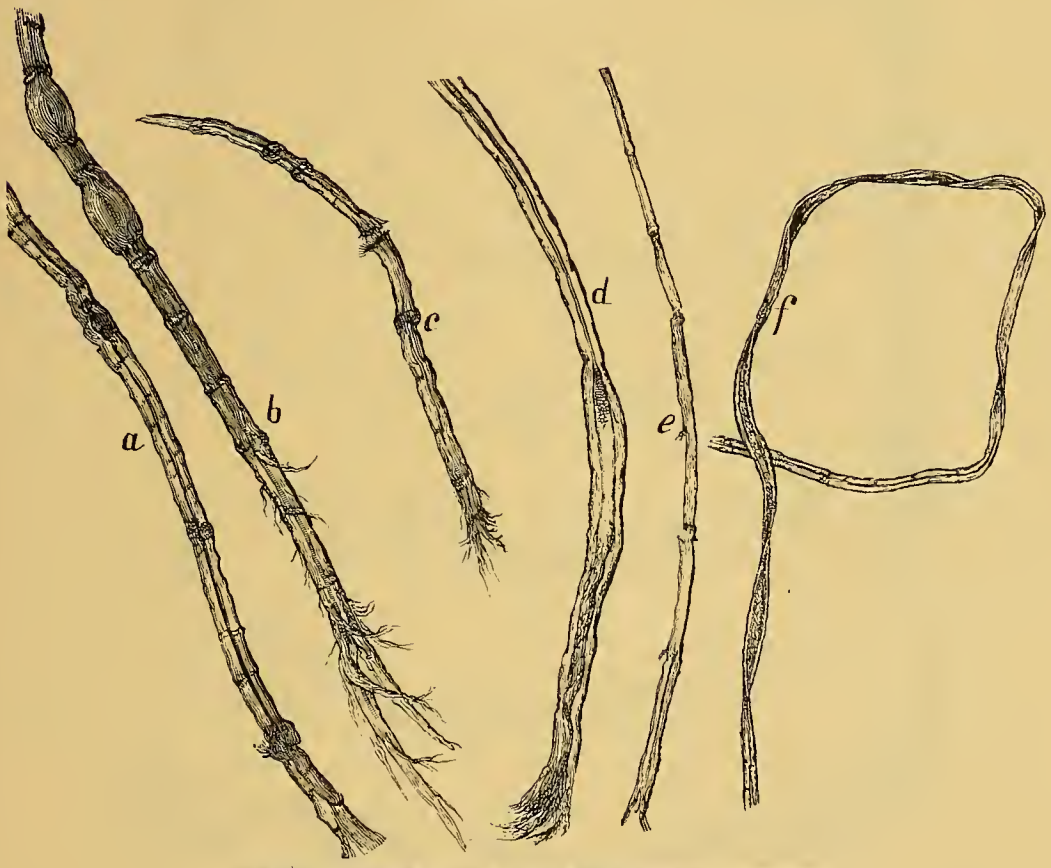
gedrückt, Leinen beinahe kreisförmig im Querschnitt, der einen mittleren Durchmesser von 0,0141 mm hat.

An Leinenfasern sind die oft in kurzen Entfernungen liegenden Verdickungen sowie der enge Hohlkanal bemerkenswerth. Die Zellwand ist auch mit zahlreichen Poren durchsetzt, Fig. 1002 *a*, die von innen nach aussen laufen, Fig. 1002 *abc*.

Die sehr dicke Faser *b* ist bei der Fabrikation breit gepresst worden.

Die Faser *d* ist durch Verarbeitung zu Papier so breit gedrückt, dass sich ihr Hohlkanal vergrössert hat, und man sie für Baumwolle halten könnte. Nochmehr ist dies bei *f* der Fall, weil hier noch verschiedene Windungen der Faser

Fig. 1002.

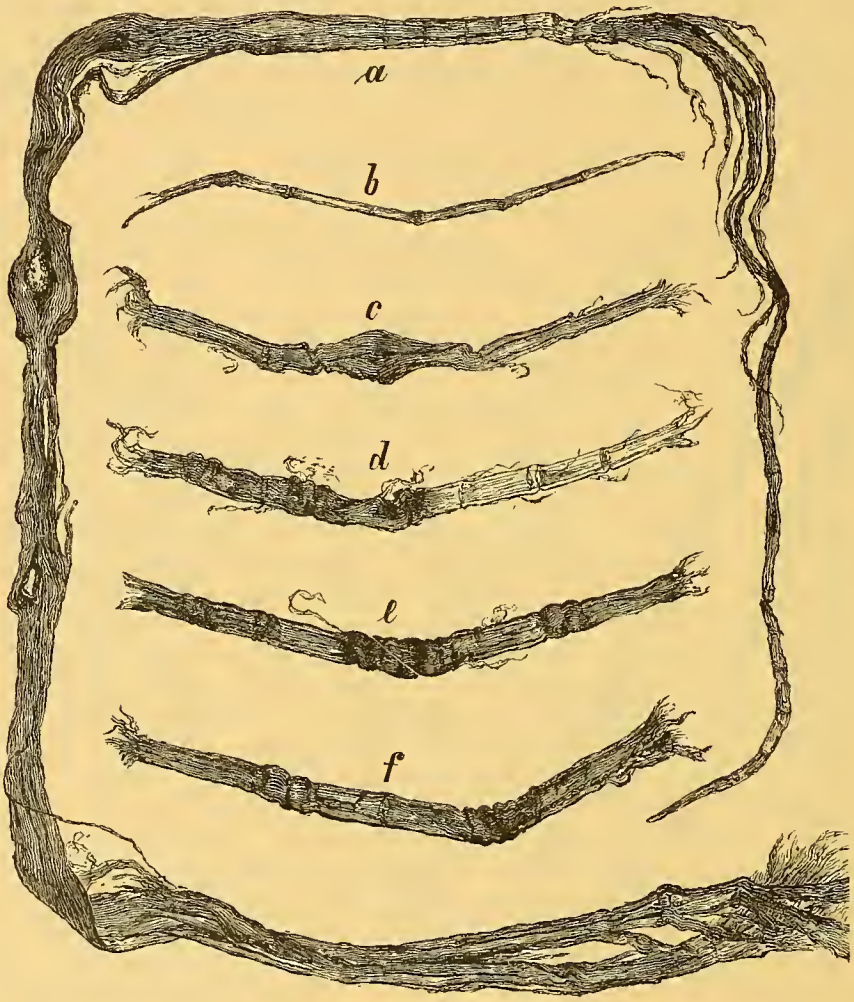



Leinenfasern aus fertigem Papier nach Herzberg in 350facher Vergrösserung.

hinzukommen. Die am gut erhaltenen Theil der Zelle sichtbaren Poren und Knoten, die bei Baumwolle nicht vorkommen, lassen jedoch erkennen, dass man es mit Leinen zu thun hat. Die langen Ausfaserungen der Enden wie bei *b* kommen auch bei anderen Faserarten vor.

Die Faser des Hanfs ist der des Flachses sehr ähnlich, jedoch dicker und hat im Mittel 0,017 mm Durchmesser. Sie hat dieselben knotenartigen Auftreibungen, Fig. 1003 *f*, dieselben zerquetschten Knoten *c* und dieselben ausgefaserten Enden *a*, so dass eine Unterscheidung manchmal kaum möglich ist. Nur der

Fig. 1003.

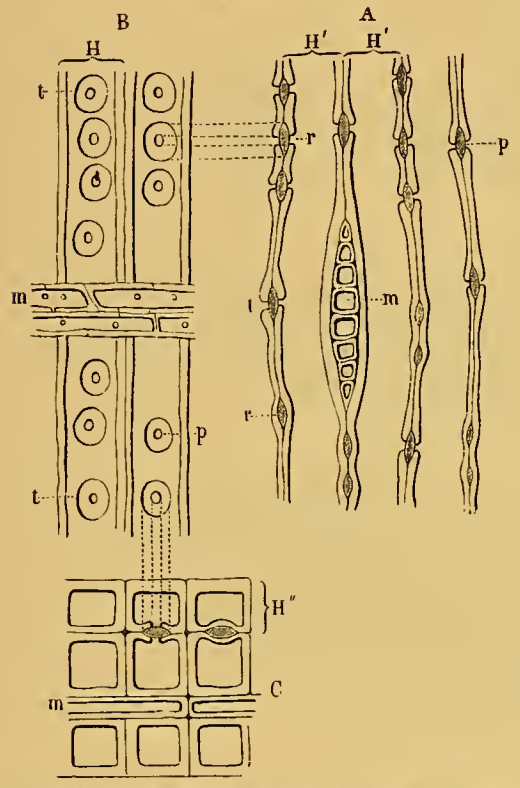



Hanffasern aus fertigem Papier nach Herzberg in 350facher Vergrösserung.

Hohlkanal ist etwas weiter als bei der Leinenzelle, etwa $^1/_4$ bis $^1/_2$ des Durchmessers, und die Zellmembran ist der Länge nach sehr stark gestreift. Die Streifung zeigt sich jedoch auch manchmal bei Leinen, wenn dessen Zellhöhle durch Druck so verbreitert ist, dass die vorher kaum sichtbaren Längsstreifen deutlich hervortreten.

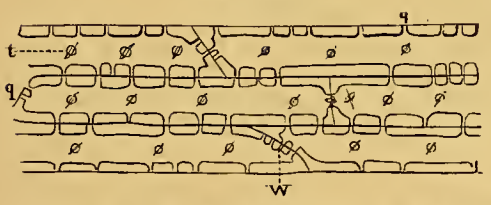
Holzschliff und Jute. Das am meisten zu Papier benützte und geeignetste Holz ist das der Fichte, von dem Wiesner in drei anatomischen Schnitten, Fig. 1004, ein Bild giebt, aus dem die Form der Zellen, die Markstrahlen und die sogenannten Tüpfel ersichtlich sind. Alle Nadelhölzer haben weite mit grossen Tüpfeln versehene Holzzellen, während bei Laubhölzern die Gefäss- oder Zellwände stets ver-

Fig. 1004.



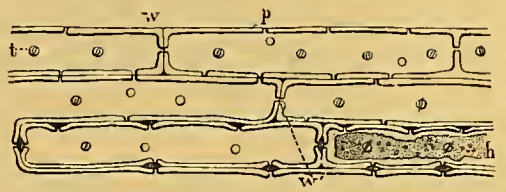

Fichtenholz in 250facher Vergrösserung nach Wiesner.
*A* Tangential-, *B* Radial-, *C* Querschnitt, *H H' H''* Holzzellen, *m* Markstrahlen, *t* Tüpfel, *p* deren Poren, *r* linsenförmiger Tüpfelraum.

Fig. 1005.



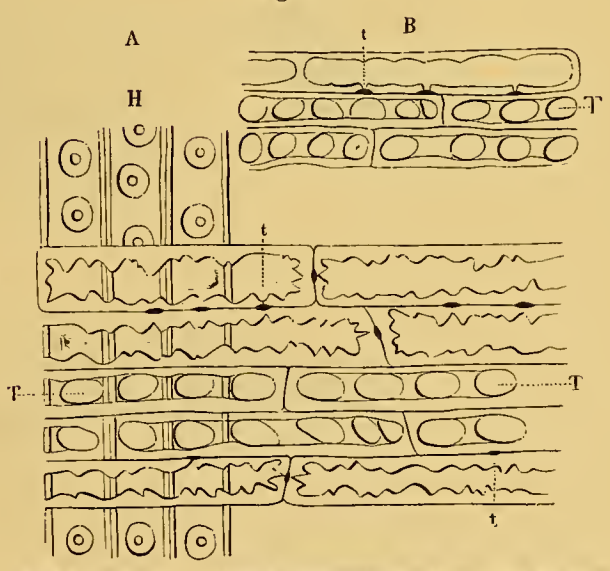

Markstrahlen der Tanne, 300fach vergrössert, in Radialansicht, nach Wiesner.
*t* Tüpfel, *p* Poren, *w* kurze Seitenwände.

Fig. 1006.




Markstrahlen der Fichte, 300fach vergrössert, in Radialansicht nach Wiesner.
*t* Tüpfel, *p* Poren, *h* harziger Inhalt der Zelle, welcher sich auf Einwirkung von Chromsäure von der Wand ablöste, *w w* kurze Seitenwände.

Fig. 1007.

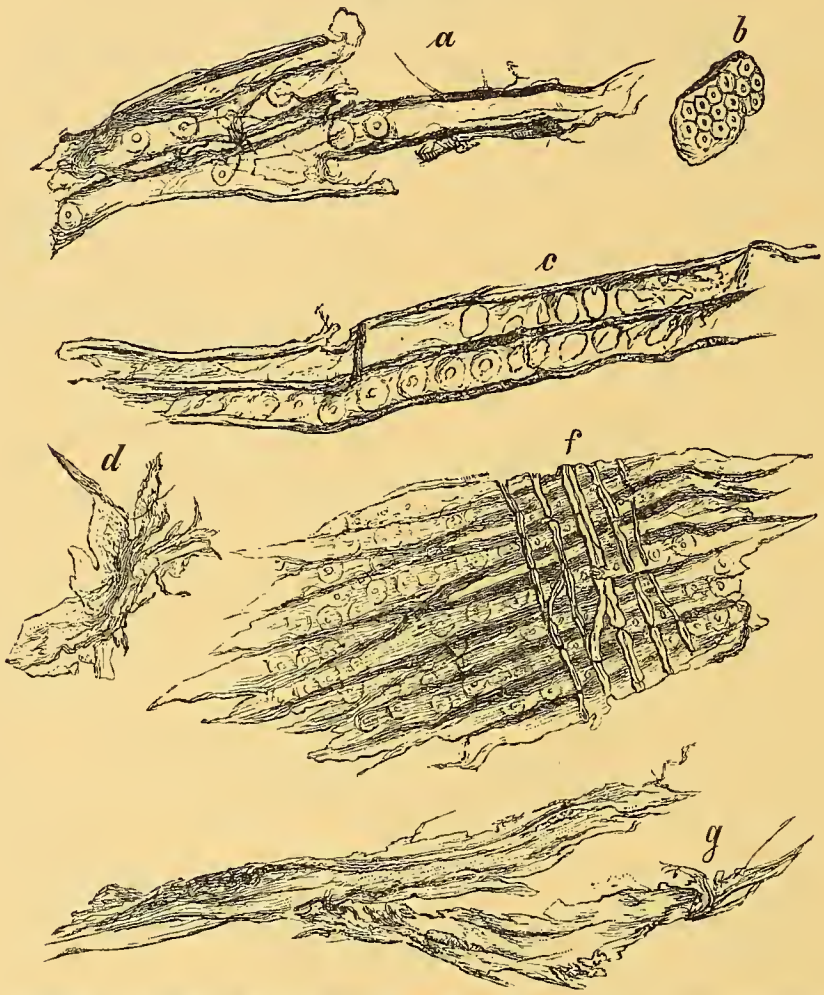



300fach vergrössert. *A* Radialer Längsschnitt durch das Holz der Kiefer, nach Wiesner.
*H* Holzzellen, *t* Tüpfel an den äusseren zackig verdickten, *T* Tüpfel an den inneren Markstrahlzellen. *B* radial durchschnittene Markstrahlzellen der Weymouthskiefer. *t* und *T* wie in *A*.

dickt sind. Die verschiedenen Nadelholz-Arten lassen sich durch die in Figg. 1005, 1006 und 1007 dargestellte Form und Grösse der Markstrahlen unterscheiden.

Viele Holzzellen werden beim Schleifen zertrümmert, und die Darstellungen *d* und *g* in Fig. 1008 zeigen Reste solcher zertrümmerter Zellen. An vielen anderen unverletzt im Papier vorkommenden Zellen kann man, wie *a c f* zeigen, die Tüpfelzeichnung deutlich sehen. Die Markstrahlzellen zeigen, wie oben gesagt, ebenso

Fig. 1008.

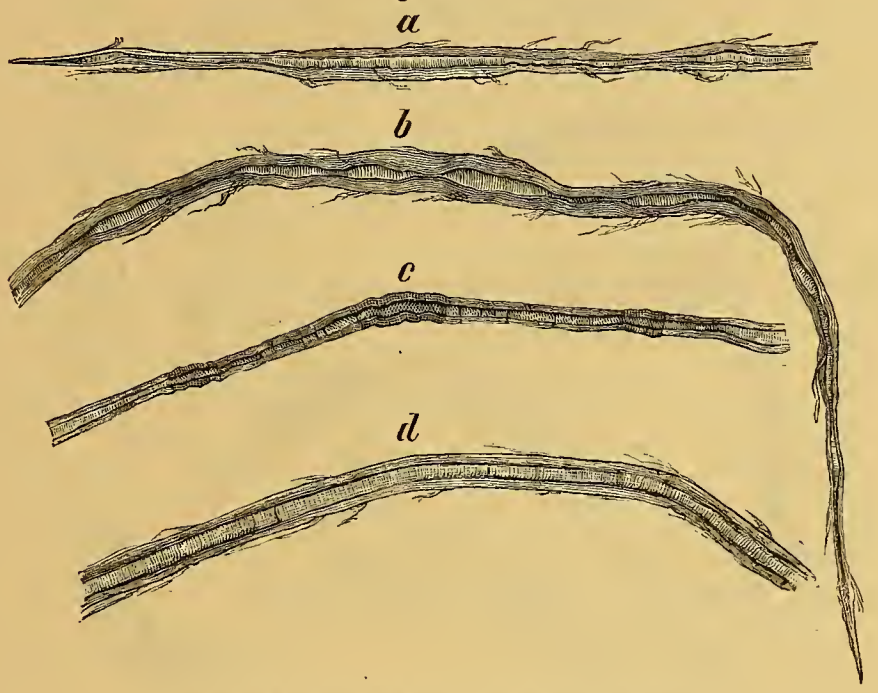



Holzschliff aus fertigem Papier in 350facher Vergrösserung nach Herzberg. *a* und *c* Holzzellen, *f* Holzzelle mit Markstrahlen, *d* und *g* gefügelose Faserbruchstücke, *b* Bruchstück eines Tüpfelgefässes.

deutlich, welche Holzart vorliegt. Dieselben laufen sternförmig von der Mitte des Stammes nach aussen und fallen, z. B. in *f*, durch ihr gitterartiges Gefüge auf. Das in *b* wiedergegebene Bruchstück eines Tüpfelgefässes findet sich seltener im Papier, da die Nadelhölzer nur in der Jugend Gefässe aufweisen.

Die kennzeichnendste Eigenart der Bastfasern der zu Papier verarbeiteten Jute besteht darin, dass die Zellwände äusserst verschieden sind, manchmal sehr dünn, dann plötzlich dicker und auch so dick, dass die Höhlung der Zelle verschwindet, oder bei 350facher Vergrösserung nur noch als dünne Linie erscheint, um kurze Strecke weiter dieselben Wandlungen aufzuweisen, wie in Fig. 1009 *a* und *b*. Manche Zellen zeigen jedoch diese Erscheinungen garnicht,

Fig. 1009.



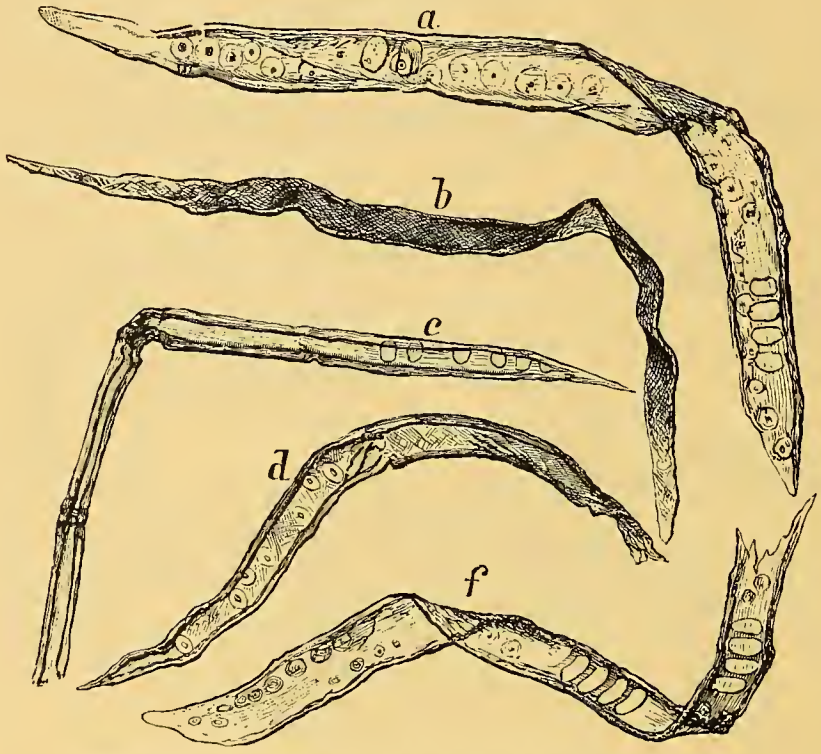

Jute aus fertigem Papier nach Herzberg in 350facher Vergrösserung.

oder nur bei sorgfältiger Prüfung unter dem Mikroskop, wie *c* und *d*. Häufig kommen die Fasern im Papier zu Bündeln vereinigt vor, lassen dann aber ihren Bau schlecht erkennen, weil eine Zelle die andere verdeckt. Stellenweise zeigen sich Poren und ähnliche Verdickungen wie bei Leinen, die sich aber in Folge der Tränkung mit Jodlösung durch ihre in mehr oder weniger gelbes Braun übergehende Färbung abheben.

Holz-, Stroh- und Esparto-Zellstoff. Zellstoff aus Nadelholz hat dieselben Merkmale, die vorstehend für Holzschliff angeführt sind, nur treten dieselben in Folge der vorhergegangenen chemischen Behandlung der Zellen nicht so deutlich auf. Häufig lassen sich, nach Herzberg, die beiden konzentrischen Kreise der Poren nicht genau erkennen, die Tüpfel erscheinen mehr als kreisförmige oder ellyptische helle

Stellen auf den Zellhäuten, wie in *a* und *f* Fig. 1010. Auch die kennzeichnenden Markstrahlzellen sind nur undeutlich erkennbar oder fehlen gänzlich. Neben den erwähnten behöften Poren zeigt der Zellstoff (*a* und *f*) andere, die im Gegentheil durch das Kochen klarer sichtbar werden. Die manchmal vorkommenden spiralförmigen Windungen, wie bei *f*, und die gitterförmige Streifung wie bei *b* könnten zur Verwechselung mit Baumwolle Anlass geben, wenn nicht die verschiedene durch Tränkung mit Jod bewirkte Färbung davor schützte.

Fig. 1010.




Nadelholz-Zellstoff aus fertigem Papier nach Herzberg in 350facher Vergrösserung.

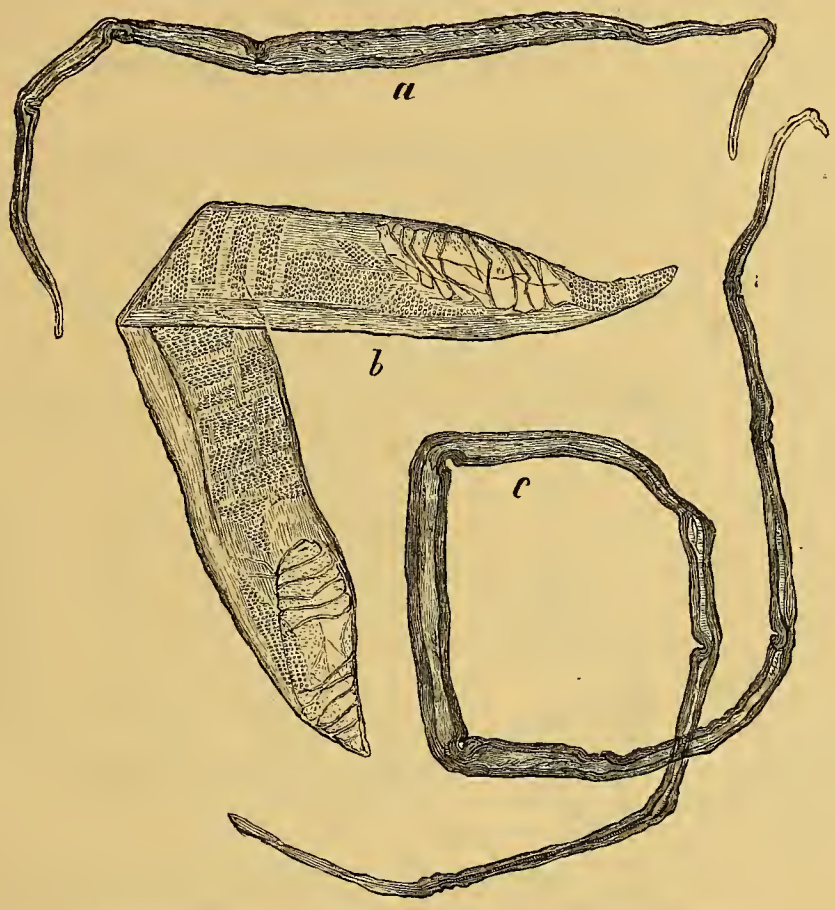
Bei schlecht hergestelltem Holzzellstoff kommt es vor, dass die Fasern, die in Jodlösung farblos erscheinen sollten, schwach gelblich-braune Färbung zeigen. Diese rührt davon her, dass sich noch ungelöste Inkrusten im Stoff befinden, dass derselbe also zwischen Holzschliff und Zellstoff steht.

Die Fasern der Laubhölzer bieten nach Herzberg keine so eigenartigen Merkmale wie die der Nadelhölzer. Die Zellen sind sparsam mit Poren versehen, die scharf begrenzte mandelförmige, seltener runde Gestalt haben und zur Längsachse der Zelle schief stehen. Bemerkenswerth sind die zahlreichen röhrenartigen Gefässe, die grossen Porenreichthum zeigen und zur Unterscheidung der Holzarten einen Anhalt geben können. Bei dem in Fig. 1011 durch *c* dargestellten Zellstoff aus Birkenholz sind die dickwandigen Zellen den Bastzellen des Strohes nicht unähnlich, doch ist der innere Raum, das Lumen, bei Stroh meist regelmässiger, und die Stellen, wo der innere Raum der Birkenfaser durch Verdickung der Wände verengt wird, sind farblos, während sie bei Stroh röthlich braun erscheinen. Aus

*a* und *b* ist ersichtlich, dass die Zellen zuweilen sehr dicht mit Poren besetzt, die wie in *b* symmetrisch über die Zelle vertheilt sind. An den Enden von *b* sieht man deren gitterförmig durchbrochene Querwände.

Herzberg giebt an erwähnter Stelle auch Darstellungen von Pappelholz-Zellstoff, der dem der Birke zum Verwechseln ähnlich ist.

Fig. 1011.




Birkenholz-Zellstoff aus fertigem Papier nach Herzberg in 350facher Vergrösserung.

Alle aus Stroh bereiteten Papiere enthalten nach Wiesner ausser langen Bastfasern noch Bruchstücke von Ring-, Spiral- und Oberhautzellen, Spiralfragmente, sowie von der Gefässwand abgefallene Ringe und Gruppen von Parenchymzellen, welche sämmtlich zur Erkennung von Strohstoff dienen können, Fig. 1012.

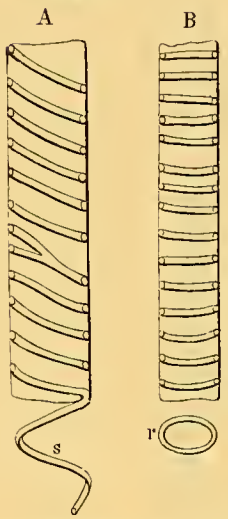
Je weniger Gefässfragmente, Oberhaut- und Parenchymzellen im Papier aus Stroh vorkommen, desto besser ist, nach Wiesner, die Sorte.

Die Querschnitt-Maasse der Strohbastfaser stimmen mit denen der Leinenfaser nahezu überein, nur ist letztere viel dickwandiger. Während bei Leinen der Hohlraum der Zelle fast nur wie eine dunkle Linie aussieht, macht er bei Stroh $^2/_3$ bis $^1/_3$ des Querdurchmessers aus. Die Strohfaser ist auch im Papier meist wohlerhalten, höchstens stellenweise zerquetscht, die aus Hadern stammende Leinen-

faser aber eigenthümlich zerbrochen oder zerfasert. Die Durchmesser der Strohbastzellen haben folgende Grössen:

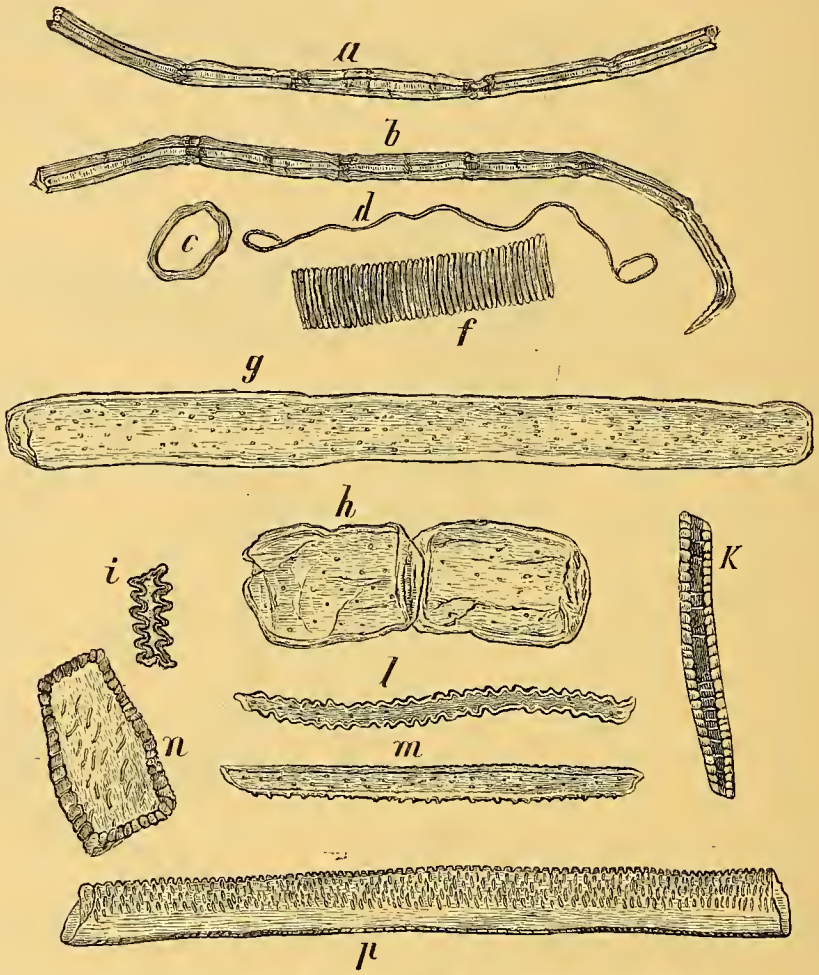
| | | | |
|---|---|---|---|
| Gerste | 0,0051 — 0,0121 mm | Roggen | 0,0086 — 0,0172 mm |
| Hafer | 0,0103 — 0,0206 mm | Weizen | 0,0103 — 0,0206 mm |

Fig. 1012.




*A* Fragment eines Spiral-, *B* eines Ringgefässes aus Roggenstroh, *s* von der primären Membran losgelöste Spirale, *r* abgelöster Ring in 250facher Vergrösserung nach Wiesner.

Fig. 1013.

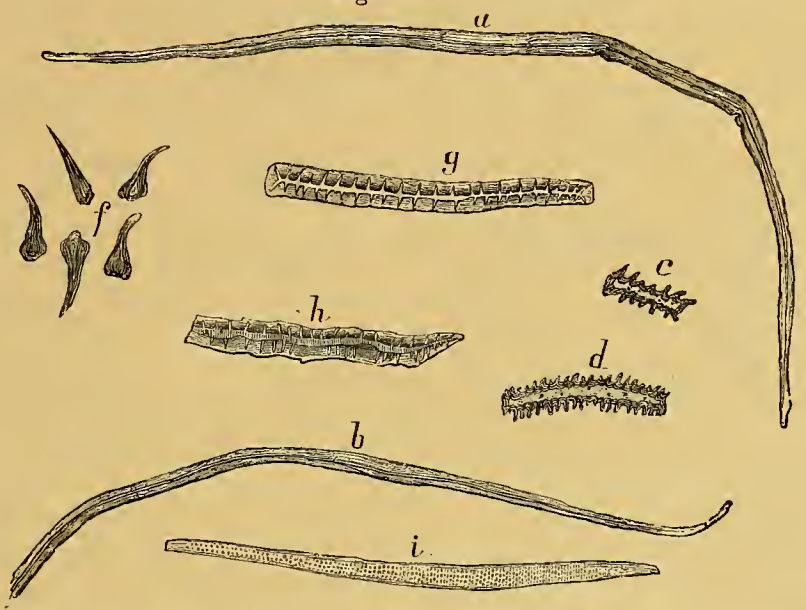



Strohzellstoff aus fertigem Papier nach Herzberg in 350facher Vergrösserung.
*a*, *b* Bastzellen, *c* Ring aus einem Ringgefäss, *d*, *f* Spiralen, *g*, *h* Parenchymzellen, *i*, *l*, *m* Epidermis-(Oberhaut-)Zellen, *k*, *n* Sklerenchym-Elemente, *p* Gefäss.

Im mikroskopischen Bilde, Fig. 1013, fallen die dickwandigen mehr oder weniger verkieselten Zellen der Oberhaut mit ihren wellenförmigen Rändern (*i*, *l*) am meisten auf. Mit diesen wellenförmigen Ausrandungen schliessen die Zellen dicht aneinander, und im Zellstoff findet man zuweilen Kolonieen solcher miteinander verbundener Zellen, im Papier dagegen selten. Die Länge dieser Zellen wechselt von 1 bis 10 Durchmessern, bald haben sie tiefe Einbuchtungen wie *i*, bald nur schwache Wellenlinien wie *m*. Die sehr lang gestreckten Bastzellen *a b* bilden jedoch die Hauptmasse des Strohstoffs. Sie sind von einem sich nach den Enden

zu verjüngenden Hohlkanal durchzogen und haben in ziemlich regelmässigen Abständen knotenartige Verdickungen der Wände. Diese nach innen verdickten Stellen fallen unter dem Mikroskop durch röthlich braune Färbung auf, die sich von der farblosen oder bei nicht gut gekochtem Stoff bläulichen Zelle deutlich abhebt. Die Bastzellen zeigen auch zahlreiche Poren, die als dunkle Linien von der Höhlung nach der Peripherie laufen. Die dünnwandigen, an beiden Enden ab-

Fig. 1014.




Esparto- oder Alfazellstoff aus fertigem Papier nach Herzberg in 350facher Vergrösserung. *a* und *b* Bastzellen, *g* und *h* Sklerenchym-Elemente, *f* Zähnchen von den Blättern. *c* und *d* Epidermis-(Oberhaut-)Zellen, *i* Gefäss.

gerundeten Parenchymzellen *g* und *h* sind häufig sehr lang gestreckt, mit einfachen Poren versehen und bieten das Mittel zur Unterscheidung der Stroh- von Espartofasern. Vielfach findet man Netzgefässe wie *p* unverletzt, es sind dünnwandige röhrenförmige Zellen, deren Wände mit vielen rundlichen und schlitzförmigen Poren durchsetzt sind. Spiralgefässe *f* findet man im Papier selten unversehrt, sie sind meist durch die Verarbeitung auseinandergezogen und erscheinen als wurmartige Gebilde wie *d*. Die Ringgefässe werden meistens in Ringe wie *c* zerlegt. Die Sklerenchym-Elemente *k* und *n* sind stark verdickte verkieselte Zellen mit bläulichem Schein, der wohl von Inkrusten herrührt, die in Folge der starken Verdickung von der Kochlauge nicht völlig gelöst wurden.

Espartogras oder Alfa hat ähnlichen Bau wie Stroh, er ist jedoch zierlicher, d. h. hat kürzere und feinere Zellen. Die Bastzellen *a* und *b*, Fig. 1014, sind im Gegensatz zu Stroh sehr kurz, regelmässig gebaut, und haben derart verdickte Zellwände, dass der Hohlraum oft nur als Linie erscheint. Die Epidermiszellen *c* und *d* zeigen kaum eine Verschiedenheit von denen des Strohs. Die von den Blättern der Pflanze stammenden Zähnchen *f* geben jedoch ein gutes Unterscheidungsmerkmal ebenso wie das Fehlen der grossen dünnwandigen Parenchymzellen des Strohes. Die im Alfastoff vorkommenden Sklerenchym-Elemente *g* und *h* sind ähnlich wie bei Stroh.

**385. Lumpen- und Zellstoff-Fasern.** Es ist für die Beurtheilung der Haltbarkeit der Papiere wichtig, die Art und das Verhalten der aus Lumpen stammenden mit den Ersatz-Fasern, besonders denen des Holzzellstoffs, zu vergleichen. Je länger eine Faser im Verhältniss zu ihrer Dicke, also je länger und dünner, d. h. je geschmeidiger sie ist, desto leichter kann sie sich krümmen und verschlingen. Diejenige Faser wird hiernach das festverschlungenste Fasergewirre liefern können, von deren Durchmesser die grösste Zahl in ihrer Länge Platz findet. Da Nadelholz von den zu Papier benutzten Rohpflanzen mit die längsten Fasern hat, so sollen diese zur Vergleichung dienen. Nach Dr. Sanio's Untersuchungen kommen im äussern jüngsten Jahresringe der Kiefer die längsten Fasern von 4,43 mm, in der Mitte die kürzesten bis zu 1 mm vor. Der Durchschnitt liegt also bei unseren Nadelhölzern zwischen 1 und 4,5 mm, und eine Vergleichung ergiebt folgende Zahlen:

| | | | | Länge | | Dicke |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Baumwolle | 12—40 mm lang, | also im Mittel | 26 mm Länge: | 0,0164 mm Durchm. | d. h. 1600 | Durchm.: 1 Durchm. |
| Leinen | 25—30 „ | „ „ | 27,5 „ „ | 0,0141 „ „ | „ „ 1900 | „ 1 „ |
| Hanf | 15—25 „ | „ „ | 20 „ „ | 0,0169 „ „ | „ „ 1200 | „ 1 „ |
| Nadelholz-Zellst. | 1— 4,5 „ | „ „ | 2,75 „ „ | 0,035 „ „ | „ „ 78,5 | „ 1 „ |

Das Verhältniss von Länge zu Durchmesser ist hiernach für Lumpenfasern 15 bis 25mal günstiger als für Nadelholz-Zellstoff. Mikroskopische Messung der Fasern guter neuer und 1000 Jahre alter arabischer sowie mittelalterlicher Lumpenpapiere ergiebt stets einen grossen Gehalt 10 bis 20 mm langer Fasern. Dieser nach dem Mahlen noch vorhandenen Länge, den starken Wänden und dem kleinen Lumen oder Hohlraum der Hanf- und Flachsfasern, in Verbindung mit den vielfachen Verschlingungen, verdanken solche Papiere ihre grosse Festigkeit und Dehnbarkeit. Da die absolute Festigkeit der Baumwoll-, Leinen- und Hanffasern ohnehin grösser als die des Schmiedeisens ist, so hat der Papiermacher die Aufgabe, dieselben so miteinander zu verbinden, dass sie sich möglichst schwierig auseinander reissen lassen.

Eine solche Verschlingung der Holzzellstoff-Fasern ist wegen deren Kürze und Dicke unmöglich. Ausserdem bestehen dieselben aus dünnwandigen kurzen Schläuchen mit grossem Hohlraum, sind noch durch Tüpfel und Spaltöffnungen an einzelnen Stellen durchlöchert, also geschwächt, und erscheinen durch die heftige chemische Behandlung aufgebläht und angegriffen. Wegen der Kürze seiner Fasern lässt sich Holzzellstoff zwar rasch zu Papier verarbeiten, doch erlangt dies nur geringe Festigkeit und in der Durchsicht ungleichmässige Beschaffenheit, weil sich die Fasern wie Luftsäckchen neben- und übereinander lagern und nicht verfilzen. Will man kräftiges Papier daraus herstellen, so muss man den Holzzellstoff gründlich mahlen wie Lumpen. Dabei zerfällt derselbe bald in kurze Fasertrümmer, deren Enden wie gebrochenes Holz aussehen, während die elastischen kräftigen Lumpenfasern länger bleiben, mit ihren besen- oder franzenförmig gespaltenen Enden die Fasertrümmer fest umschlingen, die Zwischenräume füllen und dadurch das Papier undurchscheinend machen.

Mahlt man Holzzellstoff noch so vorsichtig, so spalten sich dessen Faserenden nicht, sondern bei fortgesetztem Mahlen lösen sich einzelne Trümmer zu Lappen auf, welche bei weiterem Mahlen in unkenntliche Gallerte übergehen. Letztere mischt sich mit den noch vorhandenen Fasern und verklebt dieselben zu einem durch-

scheinenden Papier von grosser Festigkeit, aber geringer Dehnbarkeit und geringem Widerstand gegen Zerknittern, welches als imitirtes Pergamentpapier bekannt ist.

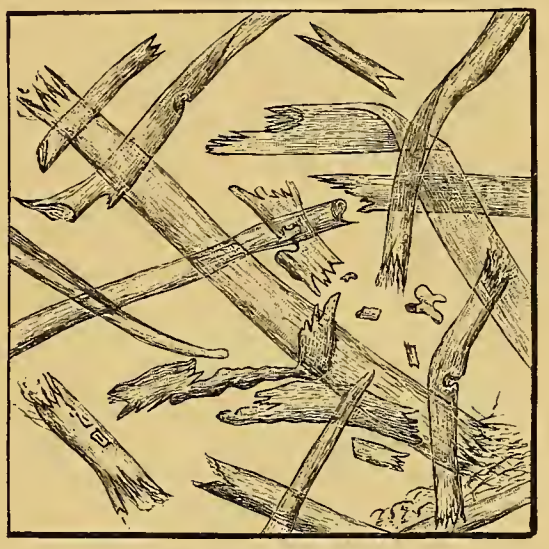
Es ist auch durch Reihen von Versuchen ermittelt worden, dass die Dehnbarkeit oder Bruchdehnung von Holzzellstoff-Papieren mit deren Alter abnimmt, und man kann daraus schliessen, dass sich der Zellstoff allmälig wieder verholzt, und das Papier brüchig und wenig dauerhaft wird.

Als Beweis für die Richtigkeit vorstehender, in Nr. 39 der Papier-Zeitung von 1892 von einem Fachmann mitgetheilten Beobachtungen legte der Verfasser die mikroskopischen Bilder Figg. 1015 und 1016 vor. Fig. 1015 zeigt Fasern von aufgelöstem Normalpapier Nr. 1, die mit dem Bilde übereinstimmen,

Fig. 1015.

Papier aus Hadern, meist leinenen, mit weniger als 3 pCt. Asche.

Fig. 1016.



Papier aus Sulfit-Holzzellstoff.

welches man aus oben erwähnten 500 bis 1000 Jahr alten Papieren erhält. Fig. 1016 zeigt Fasern von aufgelöstem Briefpapier aus reinem Sulfitzellstoff der Fabrik Waldhof, welches 1891/92 von einer tüchtigen Feinpapierfabrik hergestellt wurde.

# THEIL III.

## ALTES PAPIER.

**386. Handel und Rohsortirung.** Altes Papier besteht aus fertigem Ganzzeug und bedarf nur einer Reinigung seiner Oberfläche, um wieder in neues Papier verwandelt zu werden. Da es sich mit der Ausdehnung der Papierfabrikation vermehrt, so wächst die verfügbare Menge fortwährend. Je mehr davon wieder verarbeitet wird, desto bessere Preise werden dafür bezahlt, und desto mehr wird es gesammelt.

In Amerika und Grossbritannien, wo gute Preise dafür bezahlt und grosse Mengen eingeführt werden, bildet die Verarbeitung von altem Papier einen wichtigen Zweig der Papierfabrikation. Holz- und Strohpapier, sowie Düten werden jetzt an Stelle von Makulatur, Büchern und Zeitungen zum Einwickeln von Waaren verwendet, so dass letztere zur Wiederverarbeitung verfügbar bleiben. Seite 1051 ist angeführt, dass dieser Rohstoff schon im Anfang des neunzehnten Jahrhunderts von Matthias Koops zur Anfertigung von neuem Papier verwendet wurde, und doch ist er erst 60 Jahre später, besonders in Amerika, zu ausgedehnter Geltung gekommen. Der Verf. hat 1866 bis 1873 in den Vereinigten Staaten eine Anzahl Fabriken besucht, die mit einer bis zu drei Papiermaschinen ausschliesslich altes Papier, ohne irgend einen Zusatz von Hadern, Stroh, Esparto u. s. w. zu weissen Druck- und Schreibstoffen verarbeiteten, und in vielen anderen wurde es damals zur Mischung mit anderen Rohstoffen benutzt.

Altes Papier wird, wie Lumpen, in sehr viele Sorten getheilt: Die Abschnitte von neuem weissem Papier bilden die beste Klasse und werden *weisse Späne* (shavings) genannt. Sie trennen sich wieder in zwei Abtheilungen, in harte, d. h. geleimte, und in weiche, d. h. ungeleimte Späne. *Farbige Späne* werden in ähnlicher Weise sortirt, und wenn sie in grossen Mengen vorhanden sind, auch in *helle* und *dunkle,* oder sogar nach den verschiedenen Farben getheilt. *Makulatur* und überhaupt Papiere, auf denen nur geschrieben und nicht gedruckt worden ist, wie Geschäftsbücher und Briefe, sind besonders werthvoll, kommen aber nur in verhältnissmässig kleinen Mengen in den Handel, da die Druckerpresse der Feder immer mehr Arbeit abnimmt.

Bedruckte Papiere zerfallen in mindestens drei Klassen:

Die erste enthält die besten *reinen* bedruckten holzschlifffreien Papiere, wie Bücher, deren Rücken und Decken abgerissen sind, auch Briefe, Geschäftsbücher u. s. w. auf welchen sich Gedrucktes befindet, sie wird in Amerika *Nr. 1 imperfections* genannt, was wir mit *Nr. 1 bedruckte Makulatur* übersetzen wollen. Die zweite Sorte besteht aus bedruckten Büchern, die entweder nicht ganz rein oder weiss, oder vielleicht in kleinere Stücke zerrissen sind, aus reinen unzerrissenen Heften und Zeitungen, die kein geschliffenes Holz enthalten, und aus sonstigen Abfällen von weissem bedrucktem Papier. Sie heisst *Nr. 2 imperfections* oder *Nr. 1 prints* also auf Deutsch *Nr. 2 bedruckte Makulatur*, oder falls der Stoff die Benennung

rechtfertigt, *Nr. 1 Zeitungen.* Schmutzige Papiere aller Art, die einst weiss waren, sowie kleine Stücke bilden die dritte Sorte oder *Nr. 2 prints*, d. h. *Nr. 2 Zeitungen.* Manilla (Pack-) Papiere, Pappen-Späne, geringere Packpapiere, sowie alle anderen Arten, welche in genügenden Mengen vorkommen, um eine Selbständigkeit beanspruchen zu können, bilden ebensoviele besondere Sorten.

In den Vereinigten Staaten, wo altes Papier ein bedeutender Handelsartikel ist, wird es schon von den Händlern in Sorten getheilt, jedoch in einer Weise, die den Fabrikanten nicht genügt und eine Nachsortirung, selbst wenn die Klassen ausreichen, nöthig macht. Es wird wie Hadern in Ballen verpackt, die von 300 bis 800 Pfund wiegen. Dieselben Künste wie beim Handel mit Lumpen werden auch bei altem Papier bethätigt, es ist manchmal angefeuchtet, die beste Waare findet sich oft an der Aussenseite und schlechte in der Mitte und, da die Ballen meist nach Bruttogewicht verkauft werden, sind sie häufig mit unnöthig vielem schwerem aber billigem Packtuch bedeckt. Es ist daher unter allen Umständen rathsam, die Ballen nicht nur von aussen zu untersuchen, sondern einen oder mehrere zur Probe auszuwählen und öffnen zu lassen, und auch ein Maximalgewicht für die Tara festzusetzen.

Erfahrung ist auch hierin der beste Rathgeber und lehrt bald, wo und wie man kaufen muss.

**387. Stäuben und Sortiren.** Die Behandlung des alten Papiers in der Fabrik ist der Behandlung der Hadern sehr ähnlich. Während jedoch diese mit Anwendung grosser Kräfte in ihre einzelnen Fasern zertheilt werden müssen, bedarf altes Papier nur einer gründlichen Reinigung seiner Oberflächen durch Stäuben, Kochen, Waschen und leichtes Schlagen im Ganzzeugholländer.

In altem Papier finden sich stets Hadern, Schnüre, Fäden und gelbes Strohpapier eingemengt, welche zu ihrer Verarbeitung in weissen Stoff einer viel kräftigeren Behandlung bedürfen, als sie in dieser Gesellschaft erhalten und, falls sie nicht ausgeschieden werden, im Ganzzeug, wo sie in beinahe ursprünglicher Form erscheinen, die Quelle unsäglicher Schwierigkeiten bilden. Alles, was nicht einmal weisser Ganzstoff gewesen, muss sorgfältig herausgenommen werden, besonders gelbes Stroh- oder dunkles Packpapier. Ist dieses einmal mit dem Stoff in den Holländer gelangt, so wird es mehr oder weniger zermahlen und zeigt sich im fertigen Papier als zahlreiche gelbe, graue oder farbige Flecken.

Seitdem Pergamentpapier in grossen Mengen erzeugt und verbraucht wird, bildet dasselbe eines der unangenehmsten Vorkommnisse in altem Papier. Es löst sich beim Kochen nicht auf, wird aber beim Mahlen in kleine Stückchen zertheilt, die im fertigen Papier obenaufliegen und als dunkelgraue, in der Durchsicht glasig helle Flecken erscheinen und dasselbe unbrauchbar machen. Bei der Sortirung hält man das Pergament- manchmal für Hanfpapier, bis man durch Einreissen die faserlose Struktur bemerkt. Die Durchsicht muss deshalb um so sorgfältiger erfolgen.

Viele Bogen, besonders Zeitungen *prints*, sind zusammengefaltet oder gerollt und bergen in ihrem Inneren Federn, Schmutz, Obstreste und andere Abfälle aus den Schreibstuben. Da altes Papier überdies durch langes Aufeinanderliegen, wie bei Büchern, und durch das Pressen in Ballen fest zusammenhängt, muss es geöffnet und in einzelne Stücke und Bogen getrennt werden. Dies geschieht am

gründlichsten mittels eines Hadernwolfes oder Eisenbahn-Stäubers (Figg. 39 bis 45, Seiten 56 bis 59), der die Papiere ausklopft und es den kleineren Verunreinigungen ermöglicht, sich loszulösen und durch den Siebboden zu fallen.

Man lässt daher das alte Papier, sobald es aus dem Ballen genommen ist, durch einen Wolf oder Stäuber gehen, und wenn dieser seine Schuldigkeit gethan hat, gelangt es in den Sortirsaal, frei von Staub und Schmutz, und in Stücke von passender Grösse zerrissen, die dann gründlicher und rascher untersucht werden können, und deren Hantirung weniger unangenehm ist, als wenn sie ganz roh verarbeitet werden müssten. Eisenbahn-Stäuber von der durch Figg. 43 und 44 dargestellten Art, welche durch ein Zuführtuch mit einem offenen, nach Art der Figg. 35 u. 36, S. 54, gebauten Stäuber verbunden sind, werden häufig dazu verwendet; der erste öffnet die Papiere, und der zweite giebt ihnen Zeit, die Verunreinigungen abzuwerfen. In Fabriken, wo altes Papier der einzige zur Anfertigung besserer Sorten, wie Buch- und Schreibpapier, verwendete Rohstoff ist, wird es häufig durch drei mit Zuführtüchern verbundene Stäuber geführt.

Die Sortirräume für altes Papier haben dieselbe allgemeine Einrichtung wie die für Hadern, mit dem Unterschied, dass auf den Tischen keine feststehenden Messer angebracht sind, da Schneiden oder Abtrennen nur selten nöthig ist und dann mit einem Handmesser geschieht.

Fabrikanten, die sehr viel altes Papier verarbeiten, theilen dasselbe in wenigstens folgende Sorten ein:

Nr. 1 Weisse Späne,
Nr. 2 Weisse Späne,
Farbige Späne,
Weisse Briefe,
Blaue Briefe,
Makulatur,
Bedruckte Makulatur,
Nr. 1 Zeitungen,
Nr. 2 Zeitungen,
Farbige Papiere,
Pappen und Packpapier.

Falls nur eine Art Papier fabrizirt wird, kann man die Anzahl der Sorten, der Einfachheit halber, vermindern, dagegen ist es gerathen, die Eintheilung noch weiter auszudehnen, wenn viele verschiedene Papiere fabrizirt werden.

Alle oben angeführten Sorten, mit Ausnahme der letzten, werden im Verlauf der Verarbeitung mit Soda gekocht, und es ist beobachtet worden, dass viele Zeitungen und andere Papiere sich dabei gelbbraun färben. Diese Färbung hat ihren Ursprung in der Gegenwart von Ersatzstoffen, denen noch Inkrusten anhaften, besonders von Holzschliff. Bei der grossen Anzahl von Pflanzenstoffen, welche jetzt verwendet werden, ist es jedoch nicht immer möglich, die Zusammensetzung des Papiers aus seinem Aussehen zu erkennen, und man geht daher am sichersten, wenn man in zweifelhaften Fällen eine Probe anstellt. Zu diesem Zweck hält man im Sortirsaal eine Schaale mit starker Natronlauge, in welche alle verdächtig scheinenden Papiere getaucht werden. Die Natronlauge soll gerade so wirken, wie die beim Kochen angewandte, nur viel rascher, weshalb es auch zweckmässig ist, sie, wenn thunlich, zu erwärmen. Wird das eingetauchte Papier gelb oder braun, so ist es nur zu geringem Fabrikat dienlich, bleibt es aber weiss, so taugt es für bessere Sorten.

Da man meistens die einmal gewöhnten Handelsverbindungen zum regelmässigen Bezug der Rohstoffe benützt, so lernen die Sortirerinnen letztere durch diese

Versuche kennen und werden bald so bewandert in dem Unterscheiden der Papiere, dass sie nur selten zu der Probe ihre Zuflucht zu nehmen brauchen.

Eine erfahrene Arbeiterin kann 500 bis 1000 Pfund bedruckter Makulatur oder Zeitungen von guter Durchschnittsbeschaffenheit in einem Tage sortiren.

**388. Kochen.** Durch diese Verrichtung sollen die dem alten Papiere anhängenden Fette, besonders die der Druckerschwärze, in Seife verwandelt werden, die in Wasser löslich ist und ausgewaschen werden kann.

Die zum Schreiben gebrauchten Tinten sind von der verschiedenartigsten Zusammensetzung; ihre Entfernung verursacht jedoch keine Schwierigkeiten, da sich beschriebene Papiere in beinahe allen Fällen durch Kochen in heissem Wasser, nachheriges Waschen und ganz schwache Bleiche in weissen Stoff verwandeln lassen.

Druckerschwärze besteht aus Kohlenstoff in der Form von Russ und aus Fett, ist daher in Wasser unlöslich und muss in einen solchen Zustand versetzt werden, dass nicht etwa das Fett allein gelöst und weggewaschen wird, und die Kohle zurückbleibt, sondern dass das in Seife verwandelte Fett die Schwärze einschliesst und beim Auswaschen mitnimmt.

Wird ein Drehkessel zu diesem Zwecke verwendet, so erfolgt die Kochung gerade wie bei Hadern, nur mit dem Unterschied, dass man Soda statt Kalk nimmt. Die drehende Bewegung, sei sie auch noch so langsam, verursacht Reibung und verwandelt mit Hilfe der Flüssigkeit und hohen Temperatur einen Theil der Papiere schon im Kessel in einen Brei, worin die Fasern sich in feinster Vertheilung befinden, sodass der Dampf beim Abblasen etwas davon mechanisch mit fortreisst, und eine noch viel grössere Menge beim Waschen mit dem Waschwasser wegschwimmt. Die Sodalösung zersetzt die Druckerschwärze, indem sie sich mit ihrem Fett zu einer Seife verbindet, welche die Kohle einschliesst, und mit dieser mehr oder weniger schwarz gewordenen Flüssigkeit werden die im Kessel erweichten Papiere und besonders die zu Brei gewordenen so innig getränkt, dass sie nur durch lange fortgesetztes Waschen gereinigt werden können. Es ist offenbar besser, die Papiere keinerlei Bewegung während des Kochens machen zu lassen und sie vor der vorzeitigen Auflösung in ihre Fasern zu bewahren, weil es viel leichter ist, die schwarze Flüssigkeit auszuwaschen, wenn sie nur die Oberfläche bedeckt, als wenn sie die ganze Masse durchdrungen hat, und auch weil der Faserverlust vermieden wird, den aufgelöstes Papier beim Waschen erleiden muss.

Die Kochung erfolgt daher in beinahe allen Fabriken, wo viel altes Papier verarbeitet wird, in feststehenden Bottichen und ohne Anwendung von Dampfdruck. Die Bottiche sind stets mit Deckel und durchlöchertem innerm Boden versehen, werden aber, wenn sie aus Holz gebaut sind, in kurzer Zeit von der Sodalösung zerstört, wobei das Holz in Spänen und Stücken abfällt, welche die Papiermasse verunreinigen. Eiserne Bottiche sind daher nicht nur besser, sondern auch billiger.

Fig. 1017 zeigt die Anordnung einer Kocherei mit Aushebevorrichtung, wie sie in einigen der best eingerichteten amerikanischen Fabriken angelegt ist. Die unter dem Fussboden stehenden Bottiche *A* und *B* sind aus leichtem Kesselblech zusammengenietet, acht Fuss (englisch) tief, von 8 Fuss Durchmesser am Boden, $8^1/_2$ Fuss Durchmesser am oberen Rande und mit hölzernen Mänteln umkleidet, welche die Abkühlung verhindern sollen. Die doppelten oder falschen Böden *C* sind auf ihrer ganzen Oberfläche mit Löchern versehen, sie tragen in der Mitte die

senkrechten Röhren *D*, auf deren oberen Enden die Mützen oder Kugelabschnitte *E* mittels eiserner Winkelstangen befestigt sind, und über diesen befinden sich noch die flachen eisernen Deckel *F*, welche je nach ihrer Grösse aus einem oder zwei Stücken bestehen und während des Kochens auf den Flanschen des oberen Randes aufliegen. Der Dampf strömt durch die Zuleitungsrohre *G* in die unter den falschen Böden *C* befindlichen, in der Zeichnung aber nicht dargestellten Schlangenrohre, welche ihn mittels einer grossen Anzahl kleiner Ausströmungs-Oeffnungen gleichmässig über die ganze Fläche vertheilen.

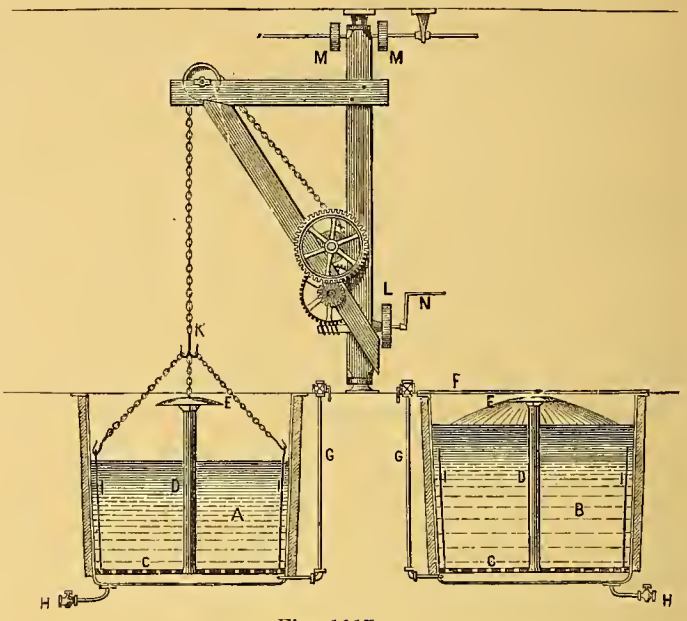


Fig. 1017.

Der flüssige Inhalt kann mittels der Röhren und Hähne *H* abgelassen werden.

In einen der Bottiche wird bis zu einem Dritttheil oder Viertheil seiner Höhe Sodalösung gefüllt und mit Dampf zum Kochen gebracht, ehe man mit dem Eintragen von altem Papier beginnt.

Sobald aber der Siedepunkt erreicht ist, fängt man an, das Papier Blatt für Blatt einzuwerfen und nöthigenfalls mit einer Krücke unterzutauchen, so dass es den doppelten Boden nach und nach bedeckt und die Löcher verschliesst. Dann findet die kochende Flüssigkeit keinen andern Ausweg nach oben als durch das Rohr *D*, steigt darin auf, stösst gegen die Mütze *E* und wird von dieser kreisförmig über die ganze Oberfläche des Bottichs ausgebreitet. Dieser Regen kochender Sodalösung wird während des weiteren Einwerfens des Papiers unterhalten, so dass es schon völlig durchnässt und erweicht seinen Lagerplatz erreicht. Das Kochen des alten Papiers ist oft aus keinem andern Grunde von schlechtem Erfolg begleitet, als weil es trocken eingetragen, und die Flüssigkeit erst nachher zugegeben wurde. Nach Beendigung solchen Verfahrens zeigte sich, dass Theile der Masse nicht gekocht, ja dass sie nicht einmal nass geworden waren, weil sie sich in trockenem Zustand so fest zusammengepackt hatten, dass die Sodalösung nicht eindringen konnte und an anderen Stellen leichteren Durchgang fand.

Man kann sich durch Versuche leicht überzeugen, wie schwer es ist, eine *trockene*, fest zusammengepackte Masse Papier bis ins Innere zu durchnässen; dem Verf. sind z. B. bei Ueberschwemmungen Ballen alten Papiers vom Hochwasser fortgewaschen worden, die erst, nachdem sie noch mehrere Tage dem Regen ausgesetzt waren, wiedergefunden wurden, und bei deren Eröffnung sich zeigte, dass sie in der Mitte noch ganz trocken waren. Ist das Papier dagegen einmal ganz durchnässt, so setzt es dem Durchgang von Flüssigkeit wenig Widerstand entgegen und kann, ohne das Kochen zu behindern, ziemlich fest in die Bottiche gepresst

werden. Die in Fig. 1017 dargestellten Bottiche von 8 Fuss Höhe und Durchmesser fassen jeder etwa 4000 Pfund auf diese Weise eingetragenes Papier, während einer von 10 Fuss Durchmesser und 10 Fuss Höhe bis zu 8000 Pfund aufnehmen kann. Das Fassungsvermögen der Bottiche ändert sich mit den Papiersorten, schwere starke Schreibpapiere in Bogen nehmen z. B. weniger Raum in Anspruch als Zeitungen, Späne und klein gerissene Stücke aller Art.

Die Papiere müssen so gleichmässig als möglich über die ganze Oberfläche vertheilt werden, damit die Flüssigkeit nicht an einigen Stellen leichteren Durchgang finde als an andern, und eine unregelmässige Kochung der verschiedenen Theile stattfinde. Aus demselben Grunde ist es auch nöthig, dass die in der Mitte aufsteigende kochende Flüssigkeit gleichmässig über die Oberfläche verbreitet wird. Dies geschieht, wie schon beschrieben, durch die eiserne Mütze *E;* häufig bedient man sich jedoch zu diesem Zwecke einfach des flachen eisernen Deckels *F*, indem man das Steigrohr *D* weit genug heraufkommen lässt, um die Sodalösung gegen ihn zu werfen, oder auch, man befestigt einen kugelförmigen Ausbreiter von der Art der Mütze *E* an der untern Seite des Deckels anstatt auf dem Rohre *D*.

Gleichmässiges Durchsickern der Flüssigkeit durch die Masse ist bei Bottichen von mässiger Grösse leichter zu erreichen, als bei solchen von grossem Durchmesser.

Die Nothwendigkeit der Entleerung der Bottiche durch langsame und unangenehme Handarbeit wird durch Anwendung von Krahnen oder Winden beseitigt, wie beispielsweise aus der in Fig. 1017 dargestellten Einrichtung ersichtlich ist. Die doppelten Boden *C*, welche das Papier tragen, sind aus auf der Kante stehendem, starkem Flacheisen angefertigt, mit guss- oder schmiedeeisernen, durchlöcherten Platten belegt, und können durch drei oder vier daran befestigte eiserne Stangen *I* gehoben werden. Ist das Kochen beendigt, so werden die drei- oder vierzackigen Haken *K* mittels des Krahns herabgelassen und durch kurze Ketten mit den an den oberen Enden der Stangen *I* befindlichen Ringen oder Haken verbunden.

Die Riemscheibe *L* des Krahns und die Riemscheibe *M* des Vorgeleges werden dann durch einen Riemen verbunden, die Winde wird also durch Wasser- oder Dampfkraft bewegt, oder die Kurbel *N* wird von Hand gedreht, bis der Boden *C* mit der darauf ruhenden Masse über dem Fussboden erscheint. Dann wird der ganze Krahn in seinen Zapfen gedreht, bis der daran hängende Inhalt des Bottichs den Platz erreicht, welcher zu seiner Niederlassung bestimmt ist. Dort wird er abgehängt und durch einen leeren doppelten Boden *C* ersetzt, welchen man mittels der Haken *K* in den Kocher senkt, um ihn ohne Verzug mit einer andern Füllung von altem Papier zu beladen.

Das Papier packt sich beim Kochen so fest zusammen, dass es während des Aufwindens nicht vom Boden abfällt, sondern wie ein aus einem Stück geformter flacher Cylinder, oder wie ein grosser Käse aussieht; es reibt sich auch während der Auffahrt nicht an den Wänden, da der Kocher sich nach oben erweitert, also trichterförmig gebaut ist. Das nicht unbedeutende Gewicht des Papiers wird noch durch die eingesaugte Flüssigkeit wesentlich vermehrt und bildet mit dem eisernen Boden eine sehr schwere Masse, die nur langsam bewegt werden kann. Der Krahn der Fig. 1017 ist deshalb mit Rad- und Schraubenübersetzung versehen, welche, je nach seiner Verwendung bei dem Kocher *A* oder *B*,

von einer der Riemscheiben *M* aus getrieben wird. Die Kocher stehen in einem Kreis um den Krahn, können aber in jeder beliebigen Weise aufgestellt werden, wenn die Hebevorrichtung entsprechend angeordnet ist.

Die Zeitdauer einer Kochung, einschliesslich der Füllung und Entleerung, also von Füllung zu Füllung, beträgt 15 bis 24 Stunden. Wenn mehrere Kocher vorhanden sind, sollte man ihre Arbeit, des regelmässigen Dampfverbrauchs wegen, so einrichten, dass sie der Reihe nach, aber nie zu gleicher Zeit, mit Dampf gespeist werden. Der abgehende Dampf einer Hochdruck-Dampfmaschine kann sehr vortheilhaft zu dieser Kochung verwendet werden, er muss dann, um ohne Hinderniss und in gleichmässiger Vertheilung einzutreten, den Röhren unter dem doppelten Boden an drei oder mehr Stellen zugeführt werden. Mehrere amerikanische Papierfabriken, welche ungeheure Mengen von altem Papier verarbeiten, kochen ausschliesslich mit abgehendem Dampf.

**389. Bereitung und Anwendung der Sodalösung.** Kalzinirte Soda *soda-ash* wurde bis 1873 in Amerika allgemein hierzu verwendet, manche Papierfabrikanten streuten sie beim Einlegen trocken zwischen das Papier und belasteten auf diese Weise den Stoff mit den in der Soda enthaltenen unlöslichen Bestandtheilen. Es ist in solchen Fällen sehr lehrreich, dieselbe Menge Soda allein in heissem Wasser zu lösen, zu filtriren und den grossen Rückstand von Schmutz zu betrachten. Der Fabrikant wird sich dann sagen müssen, dass er Papierzeug für verdorben halten würde, wenn Jemand solchen Unrath hineinwürfe. Wem vorheriges Lösen und Filtriren der Soda durch ein Sieb zu mühsam ist, mag sie, in einen groben Sack gebunden, auf den Boden des Kochers legen, ehe die Papiere eingetragen werden, die unlöslichen Theile bleiben in dem Sack und können nach dem Kochen mit diesem entfernt werden.

Das in der Soda befindliche freie oder kaustische Natron verseift das Fett der Druckerschwärze, da aber die Papiere nicht in Bewegung gesetzt werden, bleibt die Seifenlösung grossentheils an ihrer Oberfläche haften, ohne sich durch die ganze Masse der Flüssigkeit zu verbreiten. Ein Theil der Sodalösung wird zur Seifenbildung verbraucht, ein anderer sättigt das Papier selbst und verlässt den Bottich mit ihm, der Rest aber bleibt in ziemlicher Reinheit zurück und kann wieder benützt werden. Manche Fabrikanten ziehen nach Herausnahme des gekochten Papiers die übrige Sodaflüssigkeit nicht ab, sondern fügen derselben nur so viel Soda und Wasser zu, als nöthig ist, um sie auf die ursprüngliche Stärke und Menge zu bringen. Damit wird dann gekocht und in derselben Weise fortgefahren, bis die Sodaflüssigkeit durch die stete Wiederbenützung dergestalt mit Schmutz und Farbstoffen beladen ist, dass sie dunkle Farbe annimmt. Es mag bei nicht sehr bedruckten Papieren mehrere Wochen dauern, bis sie in diesen Zustand geräth, dann aber kann sie nicht weiter dienen und muss abgelassen werden.

In anderen Fabriken wird die Flüssigkeit vor Herausnahme des Papiers, nach beendetem Kochen, durch das Rohr *H*, Fig. 1017, in einen darunter stehenden Behälter abgezogen und auf dem Wege dahin durch ein Metalltuch filtrirt, welches alle gröberen Verunreinigungen zurückhält. Aus diesem unteren Behälter pumpt man sie in einen oberhalb des Kochers befindlichen Mischbottich, worin sie durch Zusatz von Soda und Wasser auf die zu einer Kochung nöthige Menge und Stärke gebracht und dann wieder verwendet wird. Einige Fabrikanten ziehen dieses Verfahren vor,

weil die gebrauchte Sodalösung dabei gesiebt wird und in reinerem Zustande zur Wiederverwendung kommt, während sich bei dem zuerst beschriebenen die Verunreinigungen unter dem doppelten Boden ansammeln.

Unter den vielen in den Handel gebrachten Sorten kalzinirter Soda wählen die meisten Fabrikanten zum Kochen alten Papiers eine, die sich durch Reinheit auszeichnet und möglichst viel Aetznatron enthält. Einige machen die Lösungen noch ätzender oder kaustischer, indem sie dieselben mit etwas Aetzkalk kochen, absetzen lassen und nur die klare Flüssigkeit verwenden, aber wenige bedienen sich dabei des Kalks in Mengen, welche genügend wären, um die Lösung völlig kaustisch zu machen. Der Hauptzweck des Kochens ist, wie schon vorher bemerkt, das Fett der Druckerschwärze in eine lösliche Seife zu verwandeln, welche den Russ oder die Kohle umschliesst und mit fortschwemmt. Während aber der Seifensieder eine ganz kaustische Lauge zur Aufnahme des Fettes benützt, wollen die Papiermacher durch Erfahrung gefunden haben, dass gute sogenannte kaustische kalzinirte Soda *caustic soda-ash*, deren Natrongehalt mit Ausnahme von 6—8 Prozent Aetznatron ($Na_2O$) aus kohlensaurem Natron ($Na_2O$, $CO_2$) besteht, sich zum Kochen von altem Papier am besten eignet — vielleicht besser als eine Lösung von reinem Aetznatron *caustic soda*. Ob dies wirklich der Fall ist, oder ob man nur an dem als gut Bewährten gewohnheitsmässig festhält, müsste erst durch ausgedehnte, in grossem Maassstabe und während längerer Zeit durchgeführte Versuche ermittelt werden.

Es ist jedoch wahrscheinlich, dass Aetznatron ($Na_2O$) bessere oder mindestens ebenso gute Wirkung hat wie die jetzt angewandte Mischung von kaustischem und kohlensaurem Natron, und dann wäre Aetznatron jedenfalls zweckmässiger, da man eine geringere Menge davon nöthig hätte.

Die Fabrikanten, welche es in der Verarbeitung von altem Papier am weitesten gebracht haben, wenden neben der von der vorherigen Kochung zurückgebliebenen Lösung 10 bis 20 Pfund kalzinirte Soda auf hundert Pfund Papier an, und zwar um so mehr, je dichter es mit Druckerschwärze bedeckt ist. Diese verhältnissmässig grossen Mengen bestätigen, dass das wenige darin enthaltene Aetznatron allein wirksam ist, und dass man dieselben wahrscheinlich durch viel kleinere Mengen reinen Natrons vortheilhaft ersetzen könnte. Die Zusammensetzung der kaustischen Soda und das Kaustiziren von Soda wird bei der Herstellung von Zellstoff aus Stroh und Holz erläutert.

**390. Waschen und Bleichen.** Das gekochte Papier wird allmälig von dem niedergelassenen doppelten Boden genommen und in Waschholländer eingetragen, welche mit stumpfen Schienen, zwei Waschtrommeln, Sandfängen, und besonders mit gutem Wasser versehen sein sollen. Das Waschen wird in diesen fortgesetzt, bis das Wasser vollkommen klar abfliesst, und dann erst darf die Walze niedergelassen und der Stoff gebürstet werden.

Wenn auch die Sortirung mit der grössten Sorgfalt ausgeführt worden ist, werden sich doch noch Lumpen, Fäden und Schnüre in der gekochten Masse befinden; manche Papiere sind auf Baumwolle oder Leinengewebe geklebt, welche verborgen bleiben, bis sie durch Kochen und die Bewegung im Holländer ihren Zusammenhang verloren haben, und andere Beimengungen, wie z. B. Fäden, werden ihrer Kleinheit und weissen Farbe wegen übersehen. Bei der Behandlung der

Papiere im Holländer findet man, dass alle diese Lumpen und Fäden zusammen nicht unbedeutende Mengen ausmachen, die bei ihrem Fortgang durch die Stoffbütte, Stoffpumpe, Knotenfänge und auf dem Metalltuch vielerlei Unregelmässigkeiten hervorrufen.

Es ist daher dringend geboten, ihrer weitern Laufbahn schon hier ein Ende zu machen, um so mehr, als sie mit Hilfe einer sehr einfachen Vorrichtung gründlich herausgenommen werden können.

Wenn man die Finger einer Hand, aufrecht und getrennt, wie die Zähne eines Rechens, in den im Holländer kreisenden Stoff von altem Papier steckt, so werden sich die Fäden, Schnüre, Lumpen und überhaupt alle langen und biegsamen Stoffe, denen die Finger im Wege stehen, um sie legen und ihnen anhängen.

Dieser einfache Versuch zeigt, was geschehen muss. Anstatt der Finger wird ein Rechen auf dem niederen ansteigenden Theil des Sattels, wie in Fig. 65, Seite 94 dargestellt, in den Holländer gesetzt. Ein Rahmen *H* von hartem Holze, welcher in Lagern auf der Mittel- und Vorderwand hängt, ruht mit seinem untern Theil auf dem Sattel des Holländers, und die Zähne, welche in diesen Rahmen eingesetzt sind, müssen stark genug (etwa 5 cm tief) sein, um dem andrängenden Stoffe genügenden Widerstand zu leisten. Auch sollen sie, ebenso wie der Rahmen, so wenig als möglich von dem Raume einnehmen, durch welchen der Stoff zur Walze fliessen muss, und mögen daher an ihrem hinteren stärkeren Ende etwa 12—14 mm dick sein und 5—7 cm auseinander stehen. Die Kanten der Zähne, gegen welche der Stoff anläuft, sollen scharf, oder doch zugeschärft sein, damit die Fäden und Schnüre fester daran hängen bleiben.

Hölzerne Zähne sind metallenen vorzuziehen, weil letztere schlüpfrig werden und die Hadern abgleiten lassen. Das obere Ende des Rechens ist fest eingehängt, damit man ihn an dem unteren Ende anfassen und aus dem Stoff drehen kann, ohne dass er seine Lagerung aufgiebt; wird er nicht gebraucht, so hält man ihn durch eine quer über die Mittel- und Vorderwand untergelegte Stange ausserhalb des Troges.

Sobald das Papier genügend gemahlen ist, um den Rechen beim Durchgang nicht mehr zu verstopfen, und dieser herabgelassen ist, hängen sich die Fäden an die Zähne und sammeln sich auf ihnen manchmal in solchen Mengen, dass sie die Stoffbewegung behindern, und öfter herausgenommen werden müssen. Fährt man damit fort, bis nichts mehr an dem Rechen hängen bleibt, so sind in der Regel auch alle langfädigen Gegenstände ausgefischt. Der Verf. hat auf diese Weise Eimer voll fester Faserstoffe aus weissen Spänen erhalten, welche dem Anschein nach ganz frei davon waren.

Der so gewaschene und gereinigte Stoff wird dann in demselben Holländer, gerade wie Lumpen, mit Chlorkalklösung gebleicht, und sogar das Feinmahlen kann darin vorgenommen werden, wenn nur ein geringeres Fabrikat verlangt wird. Wenn aber die bestmögliche Qualität erzeugt werden soll, wobei verschiedene Sorten alten Papiers und andere Rohstoffe zu mischen sind, muss der gebleichte Halbstoff in Kasten abgelassen werden.

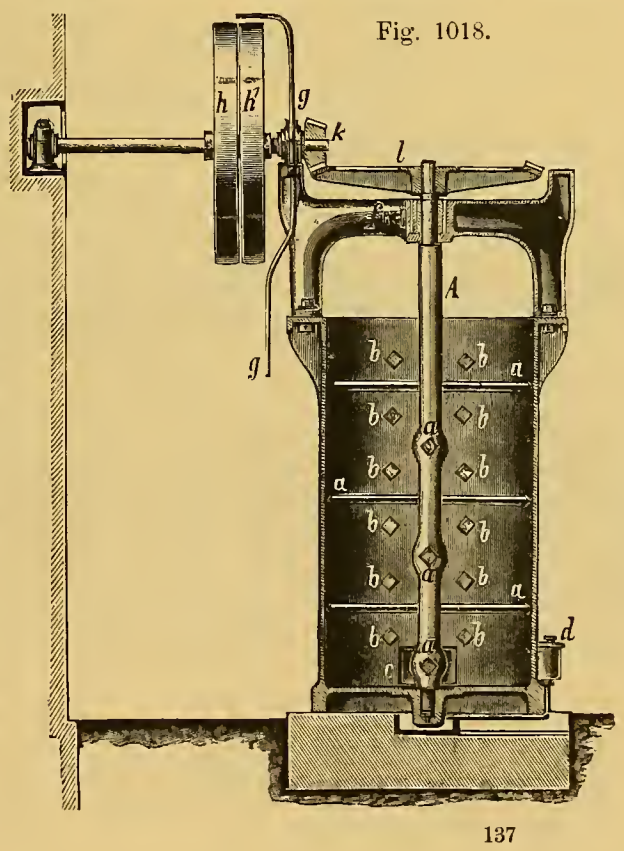
Feines *blaues* Briefpapier sollte, wenn man genügende Mengen davon hat, nur gekocht und gewaschen, aber nicht gebleicht werden, da der daraus erhaltene Stoff statt Ultramarins zum Bläuen der Papiere verwendet werden kann.

**391. Verarbeitung von Ausschuss und Spänen.** Papiere, welche weder bedruckt noch beschrieben sind und auch sonst keine Verwendung gefunden haben, besonders die Abfälle, welche sich bei der Fabrikation ergeben, bedürfen keiner Kochung mit starker Sodalösung, um wieder in Ganzzeug verwandelt zu werden. Ungeleimtes Papier löst sich ohne Schwierigkeit im Holländer und kann ohne weitere Vorbereitung eingetragen werden, es kommt aber nur in verhältnissmässig geringen Mengen vor, da selbst Druckpapier meistens einen Zusatz von Leim erhält. In Amerika werden sogenannte harte Späne, d. i. geleimtes Papier, in Wasser gekocht, welchem man behufs leichter Lösung des Leims etwas Soda zusetzt, und dann, wie weiche Späne, direkt in die Ganzholländer eingetragen.

Wenn der in harten Papieren enthaltene Leim nicht gründlich gelöst ist, findet man, selbst bei vorsichtigem Feinmahlen, im Ganzzeug häufig noch kleine Papiertheilchen, welche nicht in Fasern zerlegt sind und später im Papier harte Stellen erzeugen, die es wegen ihrer Undurchsichtigkeit fleckig erscheinen lassen. Während man diese Schwierigkeit in Amerika durch richtiges Kochen überwand, suchte man in Frankreich und Deutschland die geleimten Papiere durch ein mit verbesserten Maschinen ausgeführtes Stampf- oder Quetschverfahren in Zeug zu verwandeln, in einigen Fabriken bedient man sich sogar wirklicher, aus alten Zeiten stammender Stampfgeschirre. Am meisten werden zu diesem Zweck die in Abschnitt 203, Seiten 498—511 beschriebenen Kollergänge benutzt, deren Hauptvorzug darin besteht, dass sie die Fasern ungeschwächt und unverkürzt lassen und nur deren Zusammenhang lösen.

**392. Quirl** *Barbotte.* In den französischen Fabriken, welche altes Papier verarbeiten, besonders in denen von Paris und Umgebung, wird seit Jahrzehnten mit bestem Erfolge eine quirlartige Maschine *Barbotte* angewandt, welche in Fig. 1018 in 1:30 der wahren Grösse skizzirt ist.

Fig. 1018.




Ehe die Papiere in dieselbe gebracht werden, müssen sie 15 bis 20 Stunden in gemauerten oder anderen Cisternen mit Wasser derart durchtränkt werden, dass sie sich leicht zerquetschen und zerreissen lassen. Die Maschine ist nach Art senkrechter Ziegelpressen sehr kräftig gebaut und wurde in früheren Zeiten von der längst eingegangenen Maschinenfabrik Varal, Middleton & Elwell in Paris geliefert. Die in der senkrechten Welle *A* sitzenden quadrateisernen waagrechten Rührstangen *a* drehen sich mit *A* und gehen dabei zwischen gleichartigen Stangen *b* durch, welche in der Gefässwand fest gelagert sind. Die eingeweichten Papiere werden

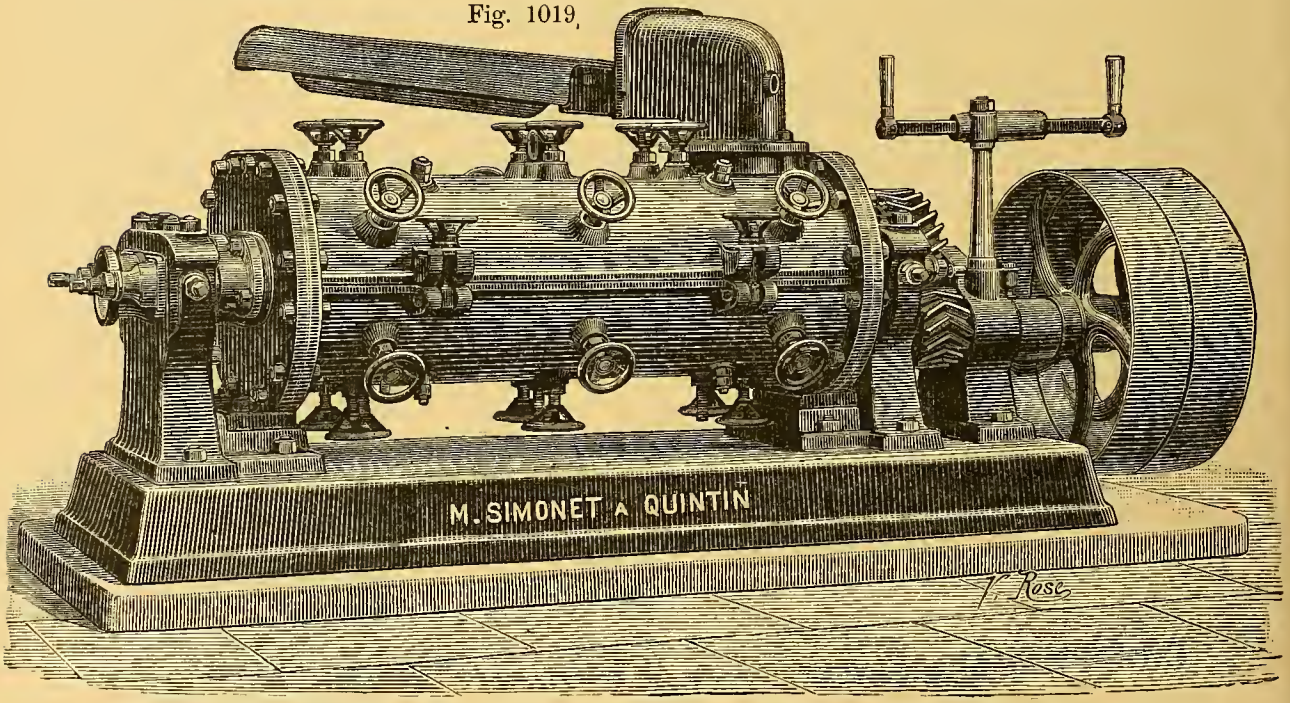
oben eingefüllt und so lange zwischen den umlaufenden Stangen *a* und den festliegenden *b* durchgequetscht, bis sie die gewünschte Beschaffenheit erlangt haben. Dann wird die Barbotte durch das am Boden befindliche Thürchen *c* entleert. Der untere Zapfen der senkrechten Welle *A* wird aus dem mit Schmieröl gefüllten Gefäss *d* geölt und mittels dreier am oberen Ende der Welle angebrachter Stellschrauben *f* in genau senkrechte Lage gebracht. Der Antrieb erfolgt von Riemscheiben *h* $h^1$ aus durch Vermittlung der Kegelräder *k l*. Der Riemen wird mit dem Ausrücker *g* auf die lose oder feste Scheibe geschoben. Manchmal sind beide Riemscheiben *h* und $h^1$ fest, und eine lose sitzt zwischen denselben. Dann wird eine mit offenem, die andere mit gekreuztem Riemen versehen, damit man die senkrechte Welle *A* abwechselnd nach rechts und links umlaufen lassen kann.

Die waagerechte Riemscheibenwelle macht 75 Umdrehungen in der Minute, die senkrechte Welle *A* infolge der 5fachen Räderübersetzung nur 15 Umdrehungen. Der Bedarf an Betriebskraft und Zeit zur Bearbeitung einer Füllung hängt von dem Zustande der vorbereiteten Papiere ab; durchschnittlich kann man jedoch den Kraftverbrauch zu 4—5 Pferdestärken annehmen. Ein aufmerksamer Arbeiter wird rasch die geeignetste Behandlungsart ausfindig machen.

Die Barbotte wird so voll als thunlich gefüllt, und die eisernen Arme zerreissen und zerquetschen das Papier, ohne es zu zerschneiden oder seine Fasern zu verkürzen.

**393. Stoffquetscher** *Triturateur.* In der Pariser Weltausstellung 1889 hatte der Papierfabrikant Maxime Simonet aus Quintin, Dep. Côtes du Nord,

Fig. 1019.




Frankreich, einen Stoffquetscher ausgestellt, den er *triturateur* nennt. Derselbe soll den Kollergang und auch theilweise den Holländer ersetzen und wird vielfach zum Zermahlen von altem Papier verwendet. Er ist in Figg. 1019 und 1020 in geschlossenem und offenem Zustand dargestellt.

In dem geöffneten Halbcylinder, Fig. 1020, liegen 2 Cylinder, von deren Oberflächen Schienen herausragen. Cylinder *CM* wird von der Riemscheibe aus durch Vermittlung eines Zahnradpaares getrieben; der andere Cylinder *CC* hat keinen eigenen Antrieb, sondern wird nur dadurch mitgenommen, dass die Schienen von *CM* zwischen die von *CC* treten. Die Schienen greifen wie Zahnräder ineinander und quetschen alles, was zwischen dieselben gelangt. Die rechts hochstehenden Hebel dienen zum Verschieben des Riemens auf der Los- und Vollscheibe. Durch den über der geschlossenen Maschine sichtbaren Kanal und die im geöffneten Deckel befindliche Oeffnung fliesst der Stoff ein und am anderen Ende in der Mitte des Gehäuses aus. Die Cylinder sind am Eintritt des Stoffes mit nur 4 Schienen, in der Mitte, d. h. im zweiten Drittel mit 8 und im letzten Drittel mit 16 Schienen besetzt, so dass der durchgehende Stoff allmälig immer enger und stärker gequetscht wird. Das Innere des Deckels und des Gehäuses ist auf den ersten zwei Dritteln seiner Länge mit cylindrischen Rillen versehen, welche die reibende Wirkung unterstützen, vielleicht aber auch Gelegenheit zum Ablagern von Papierstückchen

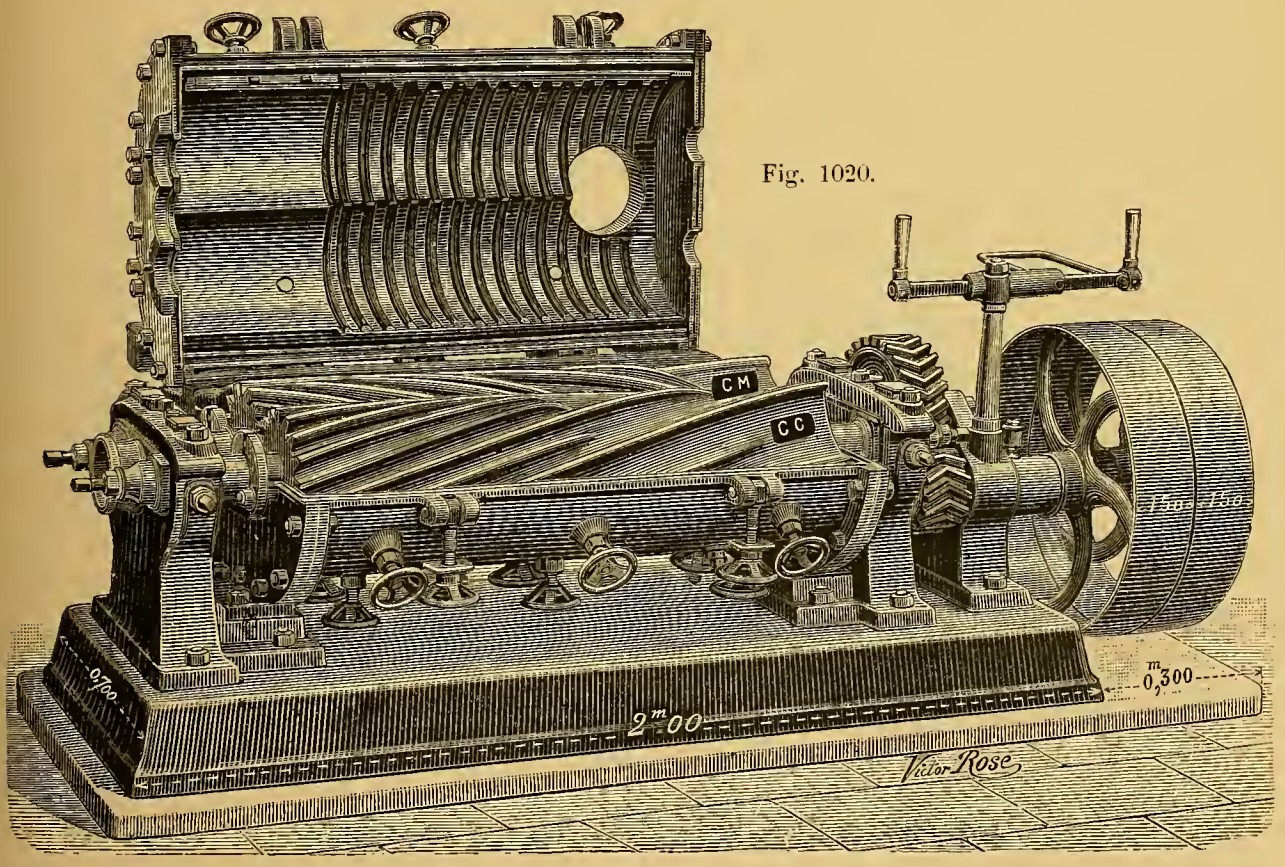



Fig. 1020.

bieten. Das letzte Drittel ist glatt, weil die dort an den Cylindern befindlichen 16 Schienen vermuthlich keiner Hülfe bedürfen. Unterhalb der beiden Cylinder, in dem Hohlraum, welcher zwischen ihnen bleibt, sitzt ein Messer mit

3 Schneiden, welches bis an den Kreuzungspunkt der Cylinder *CM* und *CC* reicht und den Stoff zerschneiden soll, welcher sich etwa quer um die Schienen legt.

Der innere Theil des Deckels und des Gehäuses kann als Grundwerk gelten, insofern er einigermaassen die Aufgabe des Grundwerks im Holländer zu erfüllen hat. Der Deckel wird durch Scharnier-Schrauben mit dem unteren Behälter verbunden, und die innere Auskleidung lässt sich von aussen durch Stellschrauben näher oder weiter von den Quetsch-Cylindern einstellen. Diese Einstellung muss nach Art der zu verarbeitenden Stoffe geregelt werden. Die Cylinder *CM* und *CC* mit ihren Schienen sind aus Stahl gegossen, lassen sich also nicht ausbessern und müssen nöthigenfalls durch neue ersetzt werden. Bei künftigen Verbesserungen der Maschine wird man wahrscheinlich die mit Kegelstoffmühlen (Seiten 472 bis 494) gemachten Erfahrungen benützen und sowohl die Schienen als auch die Deckel- und Gehäuse-Rillen danach ändern.

Das Ganze bildet eine kleine geschlossene Maschine, die man überall leicht aufstellen und in Gang setzen kann. Sie soll mit 5—8 Pferdestärken Kraftaufwand in 24 Stunden 2000 bis 6000 kg Stoff verarbeiten.

Damit sie gut arbeitet, muss sie sorgfältig beobachtet und bedient werden, besonders muss das alte Papier den richtigen Grad von Feuchtigkeit besitzen, d. h. nur so von Wasser getränkt und erweicht sein, dass davon nichts übrig ist. Bringt man das Papier zu trocken ein, so lässt es sich nur schwierig durchtreiben, wird mehr zerrissen als gequetscht und verursacht ungeheuern Kraftaufwand. Ist es zu nass, so geht es zu leicht durch, ohne die gewünschte gründliche Quetschung zu erleiden. Der Stoff muss als dicker Brei herauskommen und darf sich nur feucht, nicht nass anfühlen. Es ist als Beweis für zu wenig Wasser anzusehen, wenn die Masse heiss oder auch nur handwarm ist. Bei richtiger Behandlung der Maschine und des zu verarbeitenden Papieres ersetzt dieselbe den grössten Theil der Kollergänge und Holländer, erspart Kraft und besonders viel Handarbeit, macht aber die Kollergänge und Holländer nicht ganz entbehrlich. Manche Papierstücke gehen nämlich auch bei sorgsamer Arbeit durch die Maschine, ohne zerquetscht zu werden, und müssen deshalb durch nachheriges Kollern oder Mahlen in Stoff verwandelt werden.

Der wesentliche Vorzug dieser Maschine besteht darin, dass der Stoff ununterbrochen durchgeführt wird und dass sie deshalb, ohne Bedienung zu beanspruchen, und mit weniger Kraftaufwand viel mehr Papier in gleicher Zeit vermahlt als der Kollergang. Dieser Vorzug bringt aber auch den Nachtheil mit sich, dass man das Papier nicht solange mahlen oder quetschen kann, bis der Stoff einen gewünschten Grad von Feinheit erreicht, wie mit dem Kollergang, sondern dass man sich mit der Zerkleinerung begnügen muss, welche die Maschine bei einmaligem Durchgang bewirkt.

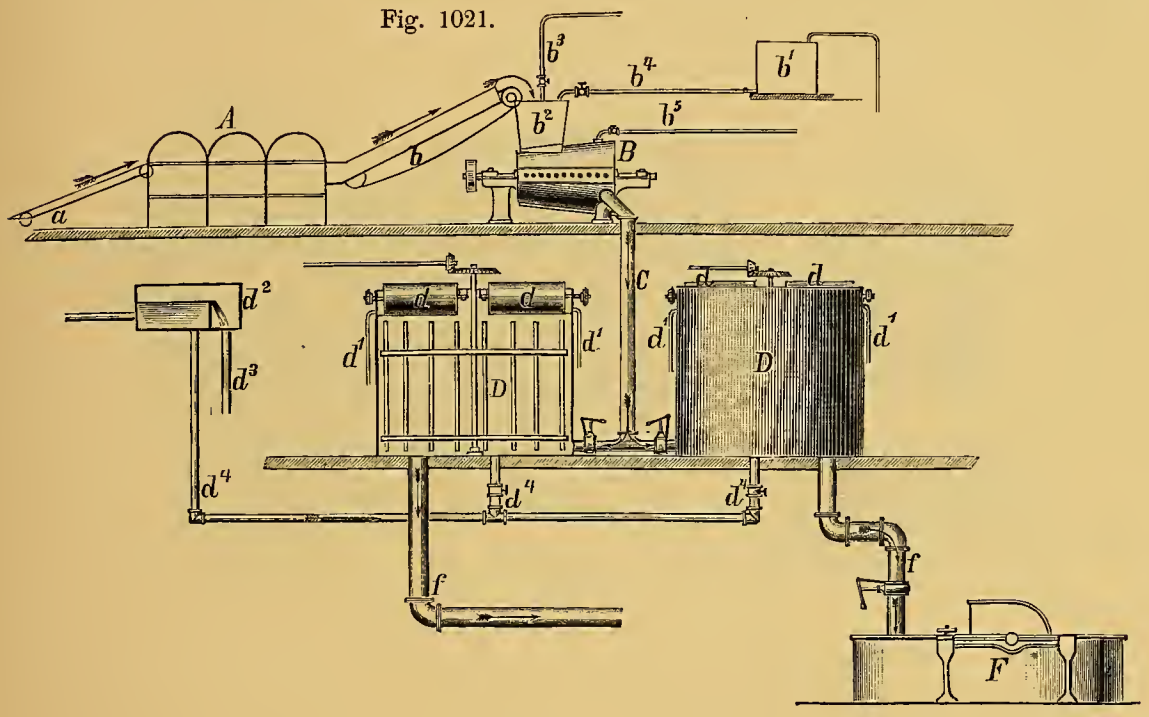
Ein Kollergang ist daher, wie oben erwähnt, zur Ergänzung erwünscht, und jedenfalls müssen behufs Feinmahlens des gequetschten Stoffes Holländer vorhanden sein. Letztere sollen jedoch keinesfalls schneiden, sondern nur zerreiben, d. h. die Fasern von einander trennen, und es ist sehr zu empfehlen, dass man den Stoff zum Schluss — wie es in Amerika allgemein geschieht — durch eine Kegel-Stoffmühle gehen lässt. Hat man eine solche, so dienen die Holländer eigentlich

nur zum Mischen. Wenn man die Holländer auch nicht gerne ganz entbehrt, kann doch dann ein einziger für eine Papiermaschine genügen.

**394. Verfahren von Stevens.** Seit 1891 wird in mehreren amerikanischen Fabriken ein von S. S. Stevens erfundenes Verfahren benutzt, bei welchem Stäuben, Kochen, Kneten und Waschen von altem Papier ohne Mithilfe der Menschenhand auf mechanischem Wege selbstthätig ausgeführt werden. Der Aufriss Fig. 1021 giebt ein Bild der dazu erforderlichen Einrichtung.

Die sortirten Papiere werden von dem Fördertuch *a* in den Eisenbahnstäuber *A* (s. Abschnitt 22, Seite 58) gebracht, worin sie über drei mit Zähnen besetzte Cylinder gehen und beim Austritt in einen Förderkanal mit Lauftuch *b* fallen. In manchen Fällen genügt es vielleicht, wenn man die vom Händler

Fig. 1021.




sortirten Papiere unmittelbar aus den Ballen auf das Fördertuch *a* giebt und sie auf ihrem Wege zum Stäuber noch durchsieht und von ungeeigneten Bestandtheilen befreit.

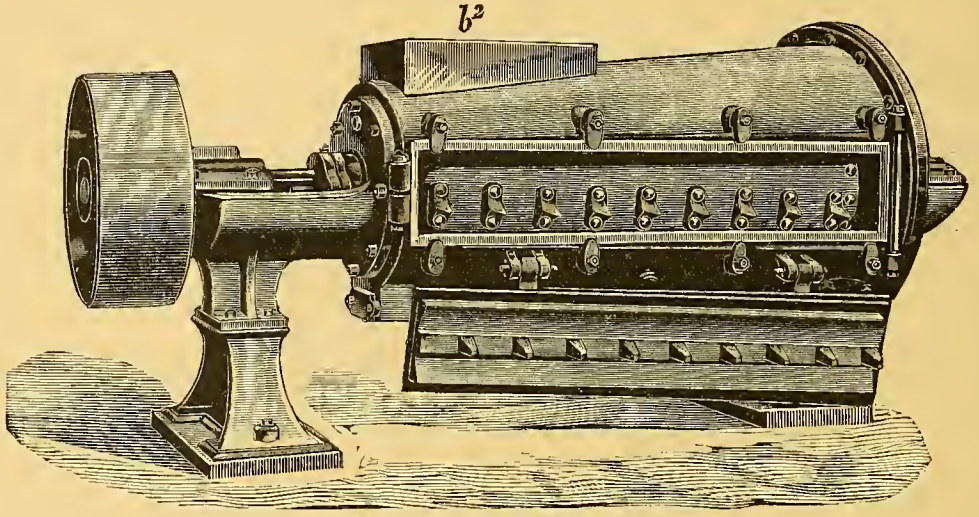
Aus dem Förderkanal *b* fallen die Papierstücke in den Speisetrichter $b^2$ und kommen dort mit heissem Wasser aus Rohr $b^3$, sowie heisser Natronlauge aus Rohr $b^4$ und Behälter $b^1$ zusammen. Mit diesen Flüssigkeiten gelangen sie in eine Art von Quetschmühle *B*, die in Fig. 1022 theilweise geöffnet dargestellt ist.

Man sieht, dass sowohl der innere Vollkegel, welcher 275 Umdrehungen in der Minute macht, als auch der äussere Hohlkegel mit Reihen von Zähnen besetzt sind. Die inneren Zähne gehen bei jeder Umdrehung zwischen den äusseren durch

und führen das oben durch $b^2$ eintretende Papier in Schraubenwegen ans andere Ende, wo es durch Rohr $C$ abfliesst. In der Quetschmühle wird das von heisser Lauge durchtränkte Papier zwischen den Zähnen derart gequetscht, dass es in Breiform durch Rohr $C$ in eine der Waschbütten $D$ gelangt. In diesen Bütten wird der Stoff von einem Rührer so in Bewegung erhalten, dass sich nichts absetzen kann. Zwei Waschtrommeln $d$ $d$ in jeder Bütte schöpfen das Wasser oben ab und lassen es durch Röhren $d^1$ abfliessen, während von unten durch Rohr $d^4$ frisches Wasser eintritt. Das Rohr $d^4$ wird aus einem hochstehenden Behälter $d^2$ gespeist, worin das Wasser durch eine Ueberlaufwand auf stets gleicher Höhe erhalten wird, und aus dem das übergelaufene Wasser durch Rohr $d^3$ abfliesst.

Während der Stoff aus $B$ in einen Bottich $D$ fliesst, bleibt der andere durch einen Schieberhahn abgesperrt, so dass man ungestört darin waschen und den Inhalt durch Rohr $f$ in den Holländer $F$ ablassen kann, wo er gemahlen und erforderlichenfalls auch gebleicht wird.

Fig. 1022.




Die Einrichtung ist in mehreren amerikanischen Fabriken erfolgreich in Betrieb und soll Handarbeit ersparen.

Diese Ersparniss von Handarbeit besteht darin, dass das beim gewöhnlichen Verfahren erforderliche Füllen und Entleeren des Kochers, sowie das Eintragen in die Holländer überflüssig wird. Das Verfahren bringt jedoch den Nachtheil mit sich, dass das Mischen und Kochen des alten Papiers mit Natron-Lösung zu rasch vor sich geht, dass letztere keine Zeit zu gründlicher Wirkung findet. Man ist deshalb genöthigt, mehr Soda als sonst üblich anzuwenden, und infolge des unvollkommenen Kochens wird auch mehr Chlorkalk zum Bleichen gebraucht.

Dieser Mehrverbrauch von Chemikalien wird für europäische Verhältnisse die Ersparniss von 1 oder 2 Arbeitern mehr als ausgleichen. Dazu kommt auch noch, dass jede Störung in einem Theile der Kette von ineinander greifenden Einrichtungen den Fortgang des Ganzen unterbricht, und namentlich, dass man nicht jeden Theil des Verfahrens nach Belieben abändern und ausdehnen kann. Bei dem

gewöhnlichen Verfahren ist es auch möglich, bei jeder Handhabung des Rohstoffs Verunreinigungen und ungeeignete Theile daraus zu entfernen, während dies hier nicht angeht.

Es ist deshalb anzunehmen, dass sich dieses Verfahren der ununterbrochenen Verarbeitung von altem Papier nicht als Verbesserung erweisen wird.

**395. Mischen. Feinmahlen.** Zeug aus altem Papier wird, wie der aus Hadern, in Ganzholländern gemischt, durch Waschen von Chlor befreit und fertig gemahlen; dazu bedarf es keiner sehr kräftigen Behandlung, sondern nur leichten Bürstens, doch muss dies von solcher Nachhaltigkeit sein, dass keine unzerfaserten Stückchen Papier im Holländer bleiben. Wenn die Fäden und Hadern in den Papieren blieben, anstatt herausgefischt zu werden, so müsste man, um auch sie in Ganzstoff zu verwandeln, den ganzen Inhalt der Holländer, also auch das Papier, sehr kräftig mahlen, und die auf solche Weise hervorgerufene Schwächung der Fasern würde der Festigkeit des Fabrikats schaden. Wenn Halbstoffe aus altem Papier und Hadern im Ganzholländer gemischt werden sollen, müssen die Hadern aus demselben Grunde schon feingemahlen sein, ehe das alte Papier eingetragen wird.

Jedes noch so kleine Stückchen Papier, welches in Folge mangelhaften Kochens oder Bürstens nicht ganz zerfasert ist, wird als ein undurchsichtiger dicker Patzen im neuen Fabrikate sichtbar. Sind es deren viele, so sieht das Papier pockennarbig aus, manchmal zeigen sich darin sogar gedruckte Buchstaben und Wörter, welche sowohl von unvollkommener Lösung der Druckerschwärze als von schlechter Mahlung Zeugniss geben. Bei altem Papier ist es desshalb noch mehr als bei Hadern geboten, den Inhalt jedes Ganzholländers vor dem Ablassen zu prüfen. Wegen der grossen Aufmerksamkeit, welche die vollkommene Zerfaserung von altem Papier in gewöhnlichen Holländern erfordert, wendet man in den meisten amerikanischen Fabriken, welche diesen Rohstoff ausschliesslich verarbeiten, eine Kegel-Stoffmühle (Abschnitte 196 und 201) an.

In Abschn. 113, Seite 234 wurde erwähnt, dass es besser sei, die Halbstoffe verschiedener Rohstoffe mit einander zu mahlen, als jeden derselben für sich in Ganzzeug zu verwandeln und dann die Mischung in besonderen Holländern oder in Stoffbütten vorzunehmen. Wenn dies auch für die verschiedenen Sorten von Hadern und mit Bezug auf die Einführung von Mischholländern richtig ist, giebt es doch Fälle, in denen die grosse Verschiedenheit der Rohstoffe und besonders die vorhandenen Einrichtungen eine Mischung derselben im Ganzholländer nicht gut zulassen. Der Ganzstoff mancher Ersatzstoffe mischt sich auch so leicht mit dem aus Hadern und besonders aus Papier erhaltenen, dass es für geringere Papiere häufig genügt, wenn sie erst in der Stoffbütte vereinigt werden. Verf. z. B. hat als Direktor einer amerikanischen Papierfabrik Millionen Pfund alter Zeitungen, Bücher und Späne, mit einer ungefähr gleichen Menge Strohstoff gemischt, in neues Druckpapier verwandelt und dazu die Halbstoffe beider Arten manchmal im Ganzholländer, aber auch oft erst in der Stoffbütte gemischt.

**396. Schlussbemerkungen.** In vielen amerikanischen Fabriken wurde, als Verf. 1873 die Ver. Staaten verliess, ausschliesslich altes Papier ohne Zutheilung von Hadern oder anderen Ersatzstoffen verarbeitet, und in den besten derselben beschränkte man sich nicht auf die Anfertigung von Druck-, Tapeten- und Karton-,

sondern erzeugte auch eine gute Sorte mittleren Schreib- und Buchpapiers. Die Fasern des alten Papiers werden, auch bei vorsichtigster Behandlung, durch die wiederholte Verarbeitung geschwächt und können kein so festes Fabrikat mehr liefern, wie bei ihrer ersten Verwendung; ihre Farbe und Reinheit kann jedoch in manchen Fällen nicht nur wieder hergestellt, sondern sogar verbessert werden.

Gegenüber von Hadern hat altes Papier als Rohstoff den Vortheil, dass es schon zerfasert ist und nur der Wiederauflösung bedarf, also wenig Kraft braucht; es ist desshalb besonders werthvoll für Fabriken, welche keine oder nur ungenügende Wasserkraft besitzen. Eine mit Dampf getriebene Fabrik, welche ausschliesslich altes Papier verarbeitet, wird, wenn der abgehende Dampf beim Kochen und anderweitig Verwendung findet, nicht viel mehr Brennstoff brauchen als eine mit ausreichender Wasserkraft versehene, in welcher frischer Dampf zum Kochen und Trocknen dient.

Aus hundert Pfund altem Papier erhält man, je nach Güte und Reinheit, von 70 bis 90 Pfund neues Papier.

In Abschnitt 387 ist erwähnt, dass altes Papier, welches Holzschliff enthält, beim Kochen mit Natron braun wird und deshalb nicht zu neuen weissen Sorten verarbeitet werden kann. Dieser Umstand beschränkte die Verarbeitung von altem Papier in Europa sehr bald, weil es hier und besonders in Deutschland, von wo die Holzschleiferei ausging, bald nur noch wenig altes Papier gab, welches keinen Holzschliff enthielt. In Amerika, wo die Holzschleiferei erst später grosse Ausdehnung gewann, war dagegen die Fabrikation von neuem weissem aus altem Papier im Jahre 1873, wie früher erwähnt, auf grosser Höhe. Von den zahlreichen Fabriken, die sich damals ausschliesslich hiermit befassten, betreiben jetzt (1892) nur noch wenige diesen Zweig, und diese beschränken sich auf die Verarbeitung holzschliffreier Papiere, die sie aus allen Welttheilen, besonders aus Europa, beziehen, da der heimische Markt überwiegend Holzschliff-Papiere liefert. Die Händler, welche sich mit altem Papier befassen, sortiren jetzt zunächst die unbedruckten weissen oder nur mit Tinte beschriebenen Papiere aus, weil diese ohne Natron gekocht und desshalb wieder zu weissem Papier verarbeitet werden können. Aus den bedruckten suchen sie durch Eintauchen in Natronlösung in der Seite 1074 beschriebenen Weise die holzschlifffreien Papiere aus und verkaufen dieselben als solche. Diese Vorarbeit der Händler macht es möglich, dass die Herstellung weisser Sorten aus altem Papier überhaupt noch in grösserem Umfang betrieben werden kann. Der grösste Theil der alten Papiere besteht jetzt aus bedruckten Sorten, und diese kommen, sofern sie holzschliffhaltig sind und überhaupt gesammelt werden, mit anderen geringeren Arten in die Pappenfabriken. Durch sorgfältige Sortirung der alten Papiere nach Farbe und Art könnte man jedoch aus denselben grösseren Nutzen ziehen, als es jetzt vielfach geschieht.

Es erscheint auch nicht unmöglich, dass ein Verfahren gefunden wird, mit welchem man die Druckerschwärze lösen und vom Papier entfernen kann, ohne den in letzterem befindlichen Holzschliff zu bräunen. Dies könnte z. B. vielleicht durch Anwendung eines Kohlenwasserstoffes (Benzin usw.) geschehen, der sich auch nach Lösung des Fettes der Druckerschwärze zurückgewinnen liesse. Mit einem solchen Verfahren, auf welches hier nur hingewiesen werden soll, liesse sich bedrucktes Holzschliff-Papier möglicherweise derart von Druckerschwärze befreien, dass es unmittelbar wieder zu weissem Papier verarbeitet werden könnte.

# THEIL IV.

## STROH.

a) VERARBEITUNG VON ROHEM STROH. (STROHPAPIER. — STROHPAPPEN.)
b) STROHZELLSTOFF.

### a) VERARBEITUNG VON ROHEM STROH. STROHPAPIER. — (STROHPAPPEN.)

**397. Gelbes Stroh-Packpapier.** Schon im Jahre 1756 soll, durch Mangel an Hadern veranlasst, Strohpapier in Deutschland fabrizirt worden sein. Da man damals noch nicht zu bleichen verstand, muss das Papier, wie unser heutiges Strohpackpapier, mehr oder weniger die Farbe des Rohstoffes gehabt haben.

Zum Zweck der Anfertigung von Packpapieren erweicht man Stroh nur so weit, dass es sich zerfasern lässt. Obwohl die Fasern noch von den Inkrusten umhüllt bleiben, werden sie durch ihre Vereinzelung verfilzungsfähig und bilden ein Papier, welches die Eigenschaften des Rohstoffes in um so höherem Grade zeigt, je weniger Inkrusten ausgezogen worden sind.

Das Stroh wird in älteren Fabriken gewöhnlich in voller Länge in grossen hölzernen oder gemauerten Bottichen mit Kalkmilch begossen, mehrere Stunden lang mit Dampf gekocht und, nach Abfluss der Kalklauge, mit frischem, besser mit heissem Wasser gewaschen. Das so vorbereitete Stroh wird gekollert, in Holländer eingetragen, zu Ganzstoff gemahlen und auf Cylindermaschinen oder besonderen höchst einfachen Langsieb-Maschinen in Papier verwandelt.

Bei diesen geringen Papiersorten handelt es sich darum, jede Hantirung, überhaupt jede Ausgabe, sowie den durch Ausziehen der Inkrusten entstehenden Stoffverlust auf das geringste Maass zu beschränken und die natürliche Festigkeit des Strohes durch das Mahlen möglichst wenig zu beeinträchtigen. Es empfiehlt sich deshalb, das gekochte Stroh auf Kollergängen (Seiten 498—511) zu zerquetschen, so dass dem Holländer nur noch das Mischen und Zertheilen zufällt, dass also auch die Gefahr einer zu starken Verkürzung der Fasern wesentlich verringert ist. Die Behandlung des Strohes hängt übrigens von der Art des zu erzeugenden Papiers ab. In manchen Fällen begnügt man sich sogar für Umschlagpapier nicht mit dem beschriebenen Verfahren, sondern kocht das Stroh mit Aetznatron im Drehkessel.

Mehrere Erfinder haben schon Einrichtungen gebaut, mit denen Stroh ununterbrochen zu Stoff zerquetscht werden soll. Die neueste Maschine dieser Art ist der in Abschnitt 393, Seiten 1082 u. 1083 dargestellte Triturateur Simonet, welcher in vielen Fabriken an Stelle des Kollergangs zur Umwandlung von Stroh in Papierstoff dient. Er arbeitet auch hier rascher und billiger, liefert aber in vielen Fällen zu rohen Stoff. Da das Stroh nur einmal durchgequetscht wird, kann es nicht den hohen Grad von Zerkleinerung erhalten, den man ihm mit dem Kollergang geben kann. Anderseits leistet aber die Maschine mit verhältnissmässig wenig Kraft und ohne Handarbeit viel und mag deshalb, wenn sie die Seite 1084 erklärte richtige Behandlung erfährt, einen Theil der Kollergänge und Holländer vortheilhaft ersetzen.

In neueren deutschen Fabriken schneidet man das Stroh mit einem Häckselschneider von der Seiten 1094 bis 1098 beschriebenen Art in Stückchen von 3 bis 4 cm Länge und befreit es in einer Getreide-Reinigungsmaschine von Körnern. Das gehäckselte Stroh wird mit Kalkmilch in einen Kocher gefüllt, fest gestopft, damit man viel hineinbringt, und mit $2^1/_2$ bis 3 Atmosphären Dampfdruck etwa 4 bis 5 Stunden gekocht. Gewöhnlich benutzt man dazu kugelförmige Drehkocher und bläst den Dampf nach erfolgtem Kochen womöglich zur Wiederverwendung in einen benachbarten Kocher. Sobald das Manometer keinen Dampfdruck mehr zeigt, also kein hochgespannter Dampf mehr vorhanden ist, wird das Mannloch geöffnet, der Kocher in Drehung versetzt, dadurch entleert und das gehäckselte und gekochte Stroh nun so fein gekollert, dass zum Zermahlen der Knoten im Holländer nur noch wenig Arbeit nöthig ist.

**398. Französisches Strohpapier.** Im Centrum von Frankreich, in Limousin, wird das Stroh garnicht gekocht, sondern nur gehäckselt und in gemauerten Gruben von etwa 5 m Tiefe und 20 bis 30 qm Fläche mit Kalkmilch eingeweicht, welche auf 10 kg Stroh etwa 1 kg Kalk enthält. Das Stroh wird durch Auflegen von mit grossen Steinen beschwerten Schwellen niedergehalten, und die Lauge kann nach genügendem Einwirken durch das in einer Ecke der Grube befindliche Eisenblech-Sieb abgelassen werden. In solchen Gruben bleibt das Stroh 8 Tage lang, wird dann herausgenommen und etwa 3 bis 4 Tage der Einwirkung der Luft ausgesetzt. Dann wird das Stroh gekollert, nur wenige Minuten im Holländer gemahlen und in die Stoffbütten abgelassen, aus denen es auf Cylinder-Papiermaschinen mit 2 Nasspressen, etwa 8 Trockencylindern und einer Glättpresse gelangt. Da das Stroh nicht gekocht wird, behält es seine schöne gelbe Farbe und seinen natürlichen Leimgehalt, der das Papier griffig und klingend macht.

Im Süden Frankreichs, besonders am Canal du Midi, der von Cette nach Toulouse und Bordeaux führt, wird das Stroh unzerschnitten in Gruben von etwa 600 cbm Inhalt gelaugt, d. h. in Gruben von solcher Grösse, dass Wagenladungen von Stroh unmittelbar hineingestürzt werden können. Die Lauge wird auch hier aus etwa 10 Prozent des Strohgewichts an Kalk angefertigt. Der Inhalt der Gruben wird mit eingeleitetem Dampf erwärmt, das Stroh aber schon nach 24 Stunden herausgenommen und mehrere Tage der Luft ausgesetzt. Während das gehäckselte Stroh in Limousin garnicht gewaschen wird, kommt das eingelaugte Stroh hier in ganzer Länge in eine kupferne Schleuder oder Centrifuge, welcher Wasser in grosser Menge zufliesst. Man nimmt das Stroh nach etwa drei Minuten reingewaschen heraus und kann in achtstündiger Arbeit Stroh für etwa

3500 kg Papier waschen. Das gewaschene Stroh wird auf Kollergängen gemahlen, deren Antrieb von unten erfolgt, damit kein Schmieröl in den Stoff gelangt. Eine Fabrik dieser Art in der Nähe von Toulouse arbeitet mit drei Turbinen von je 40 Pferdestärken und 30 Kollergängen.

Das gekollerte Stroh wird mit etwa 10 Prozent festen Stoffen, wie Taue und Hanfstengel, versetzt und muss, da es beim Kochen seinen natürlichen Leim verloren hat, mit etwa $3^1/_2$ Prozent Harz geleimt werden. Die in solcher Weise hergestellten Papiere haben zwar nicht die schöne gelbe Farbe der Limousin'schen, aber infolge der Beimischung kräftiger Faserstoffe grössere Festigkeit und werden besser bezahlt.

Die Fabrikanten der Dauphiné pressen das Stroh unzerschnitten, in Pakete von etwa 10 kg gebunden, dicht nebeneinander in senkrechte Kocher, wo es mit Milch aus 6 Prozent Kalk bei 3 Atmosphären Druck 4 Stunden gekocht wird. Das Stroh wird dann herausgenommen, in Holländern mit 15 Prozent Lumpen und 10 Prozent altem Papier gemischt, geleimt und wenn nöthig gefärbt. Langsiebmaschinen mit 6 bis 8 Trockencylindern dienen zur Herstellung des Papiers, welches sich durch lange starke Fasern auszeichnet und infolge der Anwendung vieler Trockencylinder auf beiden Seiten glatt ist.

Manche Fabrikanten trocknen das auf gleiche Art hergestellte Papier auf Trockengestellen und erhalten damit festeres Papier, welches auch etwas höheren Preis erzielt.

Im Norden und Osten Frankreichs wird das Stroh meistens mit wenig Kalk im Kessel schwach gekocht, gekollert und in Holländern fertig gemahlen und geleimt. Durch das vorherige Kochen werden die Knoten aufgeweicht, und das Stroh lässt sich mit viel geringerer Kraft kollern und zermahlen, als wenn es wie in Limousin nur kalt eingeweicht war.

**399. Farbige Strohpapiere.** Im vorhergehenden Abschnitt wurde schon erwähnt, dass die Fabrikanten das Stroh häufig mit altem Papier und anderen Rohstoffen mischen, um dem daraus hergestellten Papier andere Farbe und grössere Weichheit zu geben. Altes Papier eignet sich hierzu auch am besten, weil es billig ist und sich ohne grossen Kraftaufwand und Vorbereitung verarbeiten lässt. Wer sich die Mühe giebt, die alten Papiere nach ihrer Farbe zu sortiren, wird auch imstande sein, das durch deren Zutheilung veränderte Strohpapier in verschiedenen Farben herzustellen.

Genügt die Zutheilung von altem Papier zur Herstellung der gewünschten Farbe nicht, so kann man der Masse im Holländer solche Farben zutheilen, die nicht viel kosten und auf Seite 462 besonders aufgeführt sind.

**400. Strohpapier-Maschinen.** Die Maschinen, welche zur Umwandlung des in den vorhergehenden Abschnitten beschriebenen Stoffes in Stroh-Packpapier dienen, dürfen weder in Anlage noch Unterhaltung so grosse Kosten verursachen wie die zur Verarbeitung besserer Sorten benutzten. Durch deren Vereinfachung sind eigene Bauarten entstanden, die nach und nach immer mehr der Sonderart des Papiers angepasst wurden. Die Maschinenfabrik von F. W. Strobel in Chemnitz baut seit Jahrzehnten solche Maschinen und liefert dieselben jetzt (1893) vielfach nach der durch Figg. 1023 und 1024 in 1 : 100 der wahren Grösse in Auf- und Grundriss dargestellten Art. Aus der Stoffbütte *A* mit senkrechter

Rührwelle gelangt der Stoff in den Regulator *B*, worin ein Schwimmer *b* durch Oeffnen und Schliessen des Hahns $b^1$ den Zufluss regelt. Steigt der Stoff im Kasten *B*, so hebt er den Schwimmer, und dieser verengt die Durchgangsöffnung des Hahnes $b^1$, und umgekehrt. Aus *B* fliesst der Stoff durch Rinne $b^2$ in das Gehäuse *C*, welches zwei von einander unabhängige Schöpfräder enthält, von denen eines den Stoff, das andere Siebwasser hebt. Die Mischung beider Flüssigkeiten wird im Behälter *D* geregelt, aus welchem sie vereint auf den zum Umkippen

Fig. 1023.

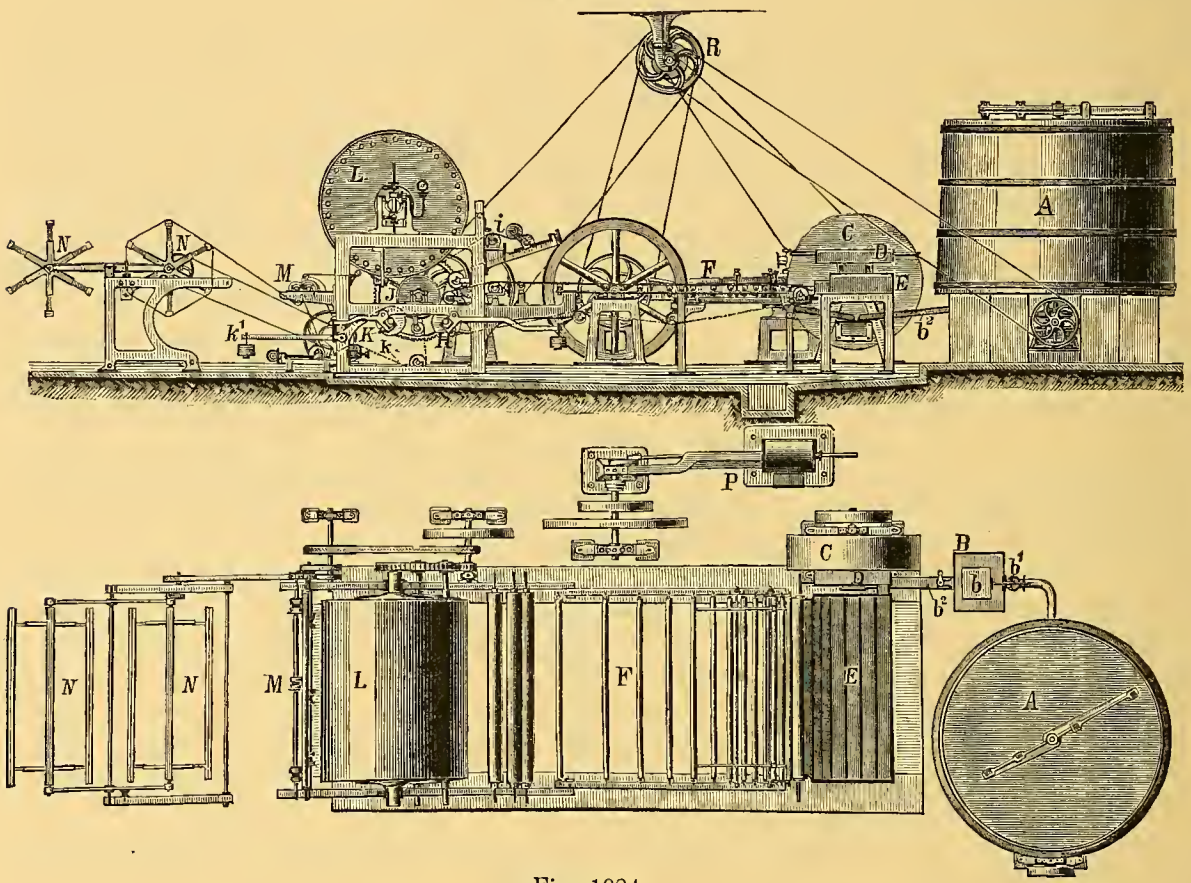



Fig. 1024.

eingerichteten Sandfang *E* strömen. Von diesem fliesst der Stoff durch einen in der Zeichnung weggelassenen Knotenfang mit geschlitzten Platten, dann unter Schleussen oder Linealen durch auf den Siebtisch *F*, welcher nach Art der Seiten 598 bis 653 beschriebenen für ein Metalltuch von 10 m Länge gebaut ist. Derselbe kann mit einem Sauger versehen werden, welcher aber meistens nicht erforderlich ist, da sich gelber Strohstoff sehr leicht entwässert, d. h. das Wasser leicht abgiebt. Die untere Gautschwalze *H* besteht aus Eisen mit Kupfermantel. Um die eiserne Hauptwalze *J* läuft ein mit Wascheinrichtung versehener

Nassfilz *i*, welcher die Papierbahn vom Sieb abnimmt und auf den Trockencylinder *L* von etwa 2 m Durchmesser, mit verstellbaren Lagern, überträgt. Dann gelangt sie in den Längsschneider *M* und auf den Haspel *N*. Die Presswalze *K*, welche das Papier auf die vom Filz *i* bedeckte Hauptwalze *J* presst, ist gleichfalls von einem Nassfilz *k* umgeben, der von einer Spannwalze straff erhalten wird. Hebel und Gewichte $k^1$ sorgen für die gewünschte Anpressung.

Das Sieb wird meist von Nrn. 60 bis 70, d. h. mit 22/18 bis 24/20 Drähten auf das cm genommen, *i* ist ein feiner sogenannter Glaceurfilz, *k* dagegen ein gewöhnlicher Nassfilz. Der Antrieb erfolgt von Dampfmaschine *P* aus mittels Riemen durch die obere Welle *R* und durch Räder mit Präcisions-Verzahnung. Zum Anlassen der Maschine ist langsamer, durch Reibungskupplung ermöglichter Gang vorgesehen, und die Handhabung dieser Einrichtung erfolgt von der Führungsseite aus durch eine in der hohlen Hauptwalze *J* liegende Spindel.

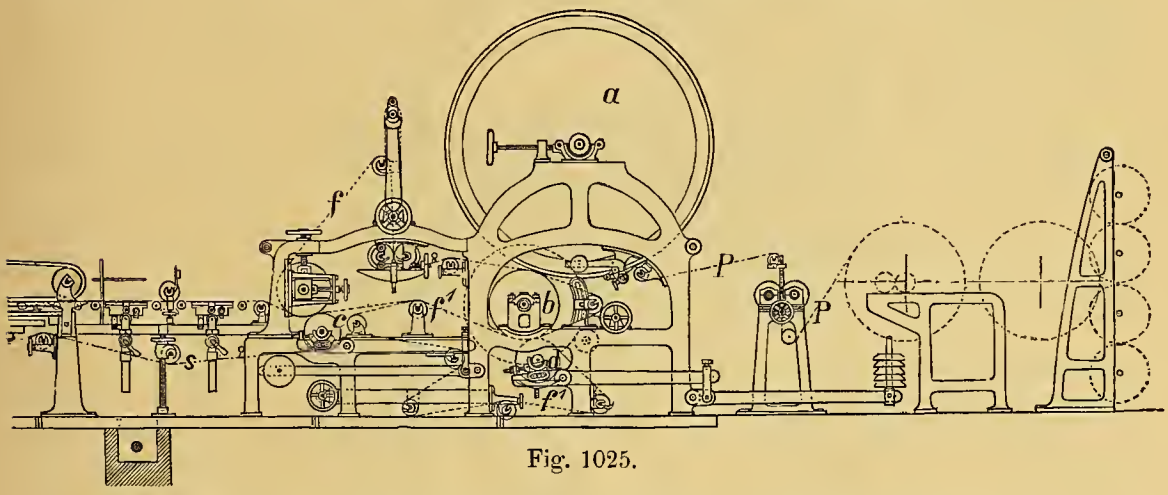



Fig. 1025.

Diese für dünne gelbe Strohpapiere bestimmte Maschine liefert davon bei 1250 bis 2250 mm Arbeitsbreite 750 bis 2000 kg in 24 Stunden. Sollen dickere Papiere angefertigt werden, so muss sich die Bauart der für Lumpenpapiere üblichen mehr nähern. In diesem Fall, oder wenn dem Strohstoff altes Papier, Zellstoff oder Lumpenstoff zugetheilt werden soll, erhält die Maschine vor allem Sieb-Schüttlung, selbständige Pressen, mehrere Trockencylinder usw. Siebcylinder sind nach Herrn Strobel's Erfahrung weniger vortheilhaft und nicht billiger als der beschriebene einfach gebaute Siebtisch, welcher überdies weniger Störungen im Betrieb verursacht.

Eine Strohpapier-Maschine neuer Bauart von der Maschinenfabrik Akt.-Ges. vorm. Wagner & Co. in Cöthen in Anhalt ist von den Deckelriemen des Langsiebes ab in Fig. 1025 in 1 : 60 der wahren Grösse dargestellt.

Das Sieb ist hier mit Saugern und Schüttlung versehen und giebt das Papier nicht unmittelbar an die Hauptwalze, sondern über der unteren Gautschwalze *c* an einen Filz *f* ab, welcher die obere Gautschwalze und die Hauptwalze *b* umschliesst. Von der Gautschpresse ab hängt das Papier kurze Zeit an der untern Seite des Filzes *f*, findet aber bald Unterlage in dem Filz $f^1$, wird zwischen

den beiden Filzen $ff^1$ durch die Walzen $b$ und $d$ geführt, darin ausgepresst, und gelangt dann mit Filz $f$ zwischen Hauptwalze $b$ und Trockencylinder $a$. Auf diesem bleibt es, bis es von einem Schaber abgelöst wird und als trockne Papierbahn $P$ in den Längsschneider und auf die Haspel geht. Der Filz oder das Obertuch $f$ wird auf dem Wege von der Hauptwalze zur Gautschwalze aus einem Spritzrohr genässt und zwischen einem Walzenpaar ausgepresst, also beständig gewaschen.

Für die Anfertigung von Strohpapier auf solchen Maschinen giebt ein erfahrener Fachmann folgende Vorschriften:

Das aufgezogene Sieb, welches drillirt Nr. 35 sein kann, soll nur mässig gespannt werden. Nachdem man sich überzeugt hat, dass dasselbe gerade läuft, gebe man dem neuen Obertuch *(f)*, welches glatt geschoren ist, einige Eimer Stärkekleister mit einem kleinen Zusatz von Glycerin und darauf einige Eimer Kalkmilch, so dass das Tuch steif und hart wird. Nach solcher vorhergegangenen Behandlung nimmt das Obertuch den Papierbogen vom Siebe leichter ab und verhütet die grosse Schnallenbildung. Man gautsche wenig, lasse das Obertuch ein bis anderthalb Tage ohne Spritzwasser gehen, bis es ordentlich unrein ist. Später, nachdem die Schnallenbildung nachgelassen hat, gebe man reines Spritzwasser zu, und falls das Tuch zu schmutzig wird, bürste man von Zeit zu Zeit an der Stelle, wo das Spritzwasser auf das Tuch kommt. Ein Obertuch kann etwa 10 bis 12 Wochen Tag und Nacht aushalten, wenn sonst nichts dazwischen kommt.

Den Pressfilz nehme man in der Qualität wie für andere Packpapiere, und sorge dafür, dass derselbe nicht zu kurz ist, damit man lange ohne zu waschen damit arbeiten kann. Nachdem das Papier geschnitten und sortirt ist, wird es gefalzt oder plano unter die Presse gesetzt und verschnürt oder fest gepackt in den Handel gebracht.

**401. Strohpappen.** Mit der Ausbildung der Papiermaschine ergab sich, dass man auf derselben auch sehr dicke Papierbahnen aus solchen Rohstoffen herstellen könne, deren Ganzzeug das Wasser leicht abfliessen lässt.

Da Stroh ein solcher Rohstoff ist, so suchte man das übliche Aufrollen einer Strohpapierbahn auf der Formatwalze und nachherige Trocknen der in Bogen abgenommenen Strohpappen durch Fertigstellung derselben auf der Papiermaschine zu ersetzen. Durch Herstellung und Trocknung der Pappen in endloser Bahn wie Papier konnte man alle mit dem Abnehmen von der Formatwalze und dem Trocknen der Bogen verknüpfte Handarbeit ersparen und dieselben viel billiger erzeugen. Die Herstellung von Strohpappen in endloser Bahn breitete sich infolgedessen von den 60er Jahren ab in den strohreichen Gegenden Deutschlands, Hollands und der Vereinigten Staaten derart aus, dass jetzt (1893) in allen diesen Ländern Anlagen zur Erzeugung von mehr Strohpappen bestehen, als der Markt aufnehmen kann. Diese Uebererzeugung wird durch den Wettbewerb der Holzschliff-Pappen noch erhöht und hat in den Vereinigten Staaten von Amerika dahin geführt, dass sich die meisten Strohpappen-Fabriken etwa 1890 zu einer Gesellschaft vereinigten welche die Erzeugung nach Bedarf einschränkt.

**402. Häckselmaschinen.** Bei der Fabrikation von Strohpappen wird das Stroh nicht in ganzer Länge verarbeitet, wie dies häufig bei Strohpapier geschieht, sondern in kurze, 15 bis 20 mm lange Stückchen geschnitten. Bei dicker Pappe kommt es nämlich nicht darauf an, die Länge der Fasern zu bewahren, sondern viel mehr, einen Stoff herzustellen, der das mit den Fasern vermischte Wasser möglichst leicht abgiebt und eine dicht geschlossene Masse bildet.

Fig. 1026 zeigt eine von der Aktien-Gesellschaft H. F. Eckert & Co., Berlin O, ganz aus Eisen gebaute Häckselmaschine. Ein endloser Gurt, der in der Lade läuft, führt das Stroh den Speisewalzen zu, und von deren Umdrehungs-

Geschwindigkeit hängt die Länge der abgeschnittenen Stücke, des Häcksels, ab, da die Messer stets die gleiche Zahl Umdrehungen — etwa 175 in der Minute — machen. Die Speisewalzen können mit einem Griff stillgestellt werden und solche Geschwindigkeit erhalten, dass Häcksel von 10 oder 20 mm Länge entsteht. Der Antrieb erfolgt von der Riemscheibe aus. In einer Stunde soll man etwa 525 kg Häcksel mit der Maschine schneiden können.

Da es bei Strohschneidmaschinen, deren scharfe Messer mit grosser Geschwindigkeit umlaufen, häufig vorkommt, dass der Arbeiter das Stroh zu weit vorschiebt, mit den Fingern in die Messer geräth und schlimme Verwundungen erfährt, so ist in der Seiten 1102 bis 1104 beschriebenen Halbach'schen Fabrik eine Einrichtung getroffen, welche diese Gefahr nach Möglichkeit verhindert.

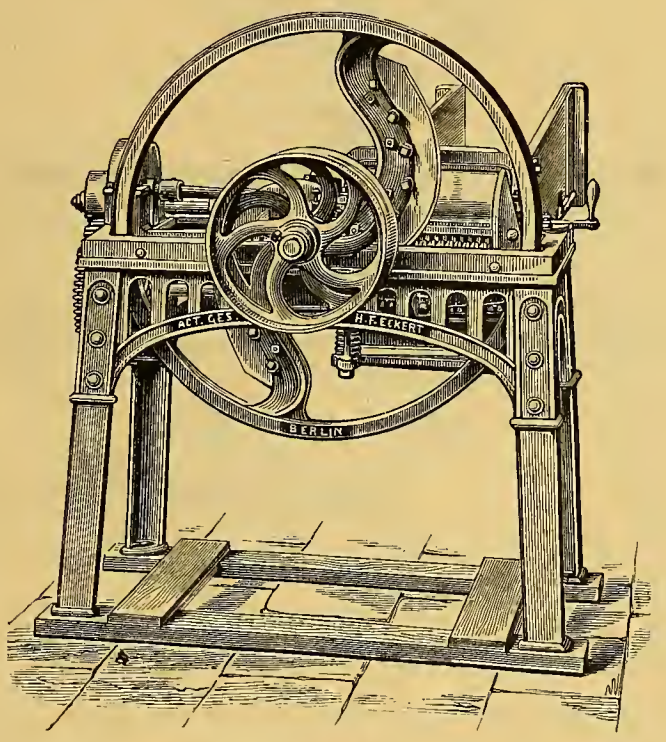



Fig. 1026.

Dieselbe ist in dem Grundriss Fig. 1027 der besonders schwer und stark gebauten Maschine dargestellt.

Die mit Fest- und Leerscheibe *f* versehene Welle *d* trägt das Schwungrad *a*, an welchem zwei Schneidmesser *b* sitzen, sowie das Stirnrädchen *g*, welches in das grössere Stirnrad *h* greift und durch Vermittlung des Kegelrädchens *i* die Speisewalze *c* in Bewegung setzt. Sobald nämlich das Kegelrad *i* in eines der auf Welle *r* sitzenden Kegelräder *k* und *l* greift, wird die Speisewalze *c* mittels der Stirnräder *m* und *n* gedreht. Die Kegelräder *k* und *l* sitzen auf einer gemeinsamen Muffe, die sich auf der Welle *r* mittels des Hebels *p* leicht verschieben lässt. Je nachdem das Kegelrädchen *k* oder *l* in Eingriff mit *i* gebracht ist, dreht sich

Welle $r$ links oder rechts und die Speisewalze $c$ vor- oder rückwärts. Der Hebel $p$ reicht so weit über den Speisetrog, dass er dem Arbeiter stets bequem zur Hand ist, und dieser durch einen schwachen Druck auf denselben die kurze Verschiebung der Rädchen $k$ und $l$ bewirken kann, welche sofortigen Rücklauf der Speisewalze $c$ bewirkt. Will er nur Stillstand der Speisewalze veranlassen, so bewegt er den Hebel $p$ so, dass keines der Rädchen $k$ und $l$ in $i$ greift, sondern beide die Stellung der Zeichnung einnehmen. Die Ausrückung erfolgt so leicht und rasch, dass sie, falls eine Hand in die Speisewalzen geräth, mit der andern oder dem Arm durch einen Ruck am Hebel $p$ veranlasst werden kann.

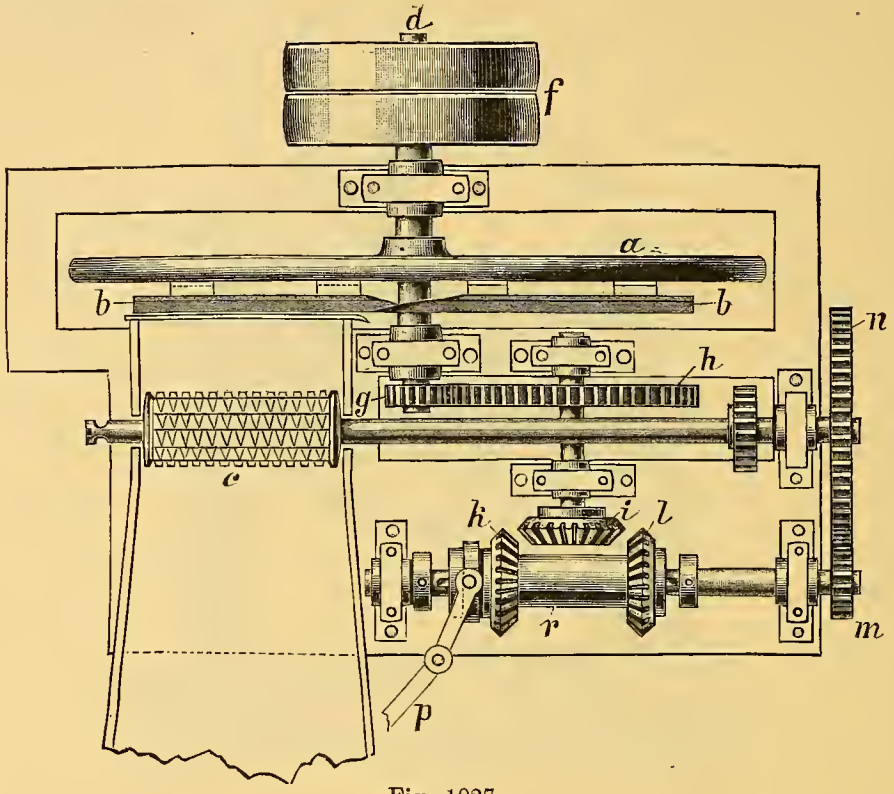



Fig. 1027.

Die Verwundungen treten meist ein, wenn der Vorschub der Speisewalzen stockt, und der Arbeiter das Stroh mit der Hand zurückholen oder in regelmässige Lage bringen will. Wenn er dann nur mit dem Ellbogen oder dem freien Arm den Hebel $p$ verschiebt, drehen sich die Speisewalzen rückwärts, und die gefährdete Hand ist gerettet.

Nach in Holland gemachten Erfahrungen werden die Unfälle durch die beschriebene leichte Ausrückung nicht völlig verhindert, wenn auch vermindert, wie von Löber auf Seite 235 der *Verslagen van de Inspecteurs van der Arbeit over 1891* schreibt. Herr Johann Janssen, Werkführer der Strohpappen-Fabrik Hooites & Beuhema in Hoogezand, wo trotz solcher Ausrückung ein Unfall am Häckselschneider vorkam, hat nachher die Zuführung durch die in Figg. 1028 und 1029 in Grund- und Aufriss dargestellte Einrichtung verbessert.

Auch hier ist *a* das mit Messern *b* besetzte Schwungrad, welches auf Welle *d* sitzt und von Riemscheiben *f* getrieben wird. Die Zahnrädchen *k* und *l* sitzen lose auf Welle *d*, stehen fortwährend in Eingriff mit Rädchen *i*, und letzteres wird nach links oder rechts gedreht, je nachdem *k* oder *l* von der durch Einrückhebel *p* und *r* bewegten Kupplung mitgenommen wird. Vom Rädchen *i* aus werden durch Welle *s* und Zahnrädchen auf Wellen *m n o* die Stiften-Speisewalzen *C* sowie Walze *P* in Bewegung gesetzt. Unter *o* liegt eine zweite Welle, von welcher Walze *Q* ihre Bewegung erhält. Durch eine kurze Bewegung der Ausrückstange *p* wird somit auch hier nach Wunsch Vor- oder Rücklauf und Stillstand der Speisewalzen bewirkt. Die in dem Zufuhrtrog liegende Walze *P* ist mit der höher liegenden Walze *R* durch einen Riemen verbunden und nimmt diese mit. Die untere Walze *Q* setzt mittels der Blechkette *V* die Walze *S* in Bewegung. Die Blechkette *V*

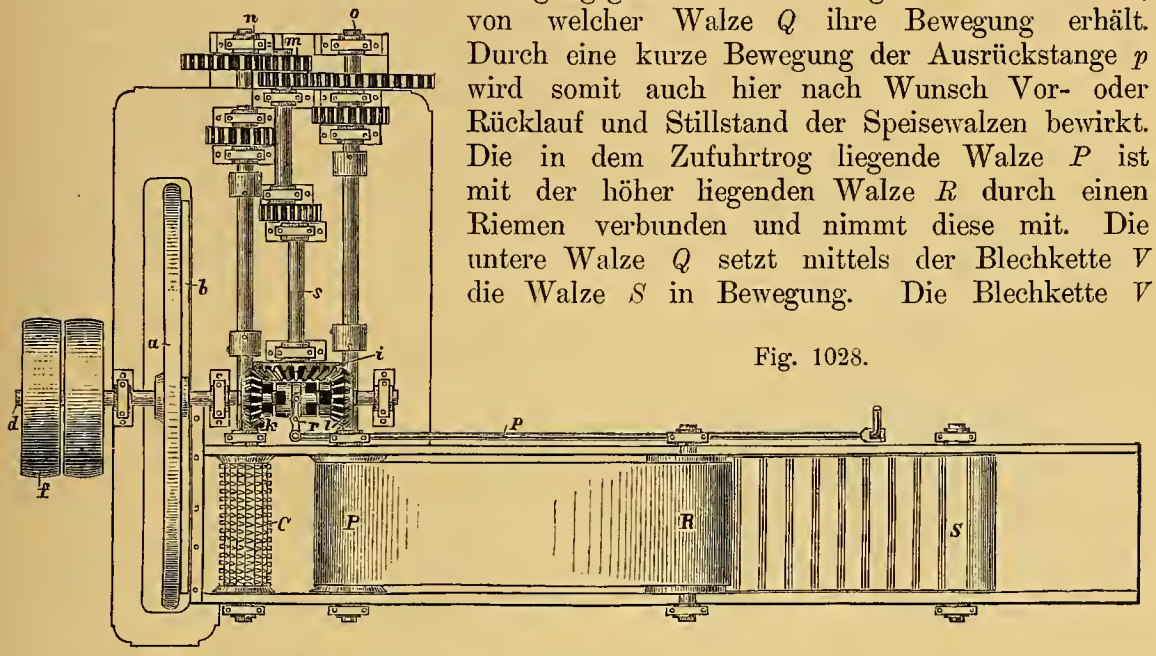



Fig. 1028.

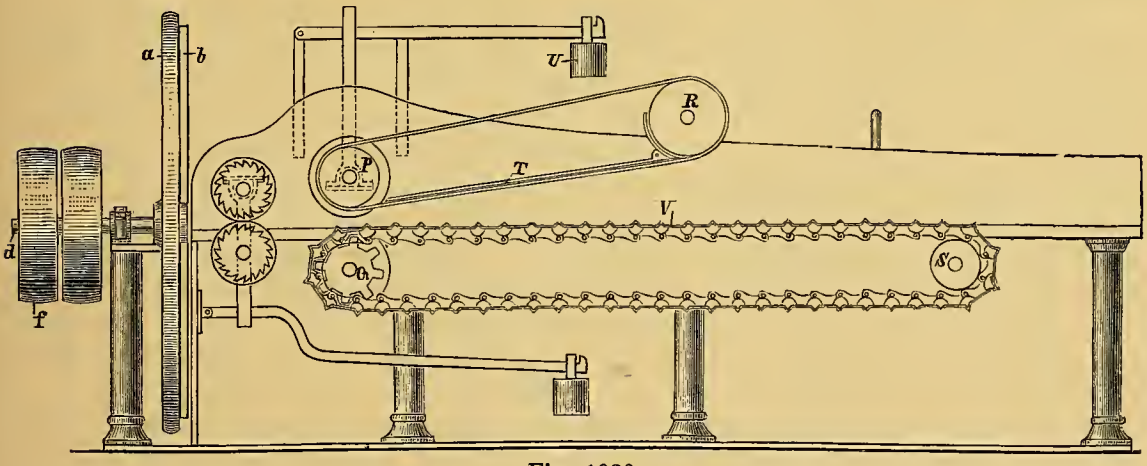



Fig. 1029.

bildet auf 1,5 m Länge den Boden des Troges, nimmt das am Ende aufgelegte Stroh mit und fördert es zwischen die Stiftenwalzen *C*. Auf seinem Wege wird es von dem über Walzen *P* und *R* gelegten Riemen niedergehalten. Eine Schutzvorrichtung *T* verhindert, dass Stroh zwischen den Riemen und seine Walzen gelangen kann. Es wurde auch versucht, die Walze *P*, wie in Fig. 1029 gezeichnet, mit

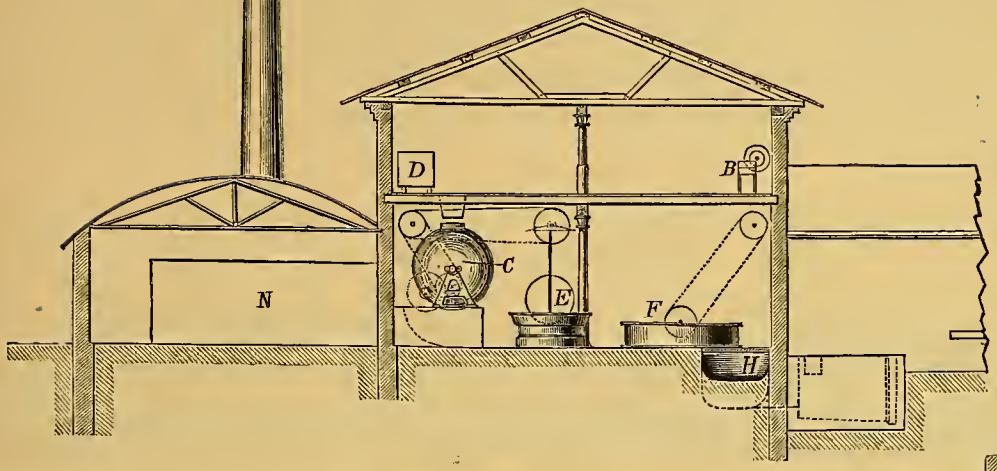
Hebel und Gewicht *U* niederzudrücken, aber für überflüssig befunden. Die Maschine soll mit 3 Messern bis zu 2000 kg Häcksel von 1,5 bis 2 cm Länge in der Stunde schneiden. Der das Stroh auflegende junge Arbeiter soll dadurch vor Unfall behütet sein, dass er mehr als 1,5 m von den Speisewalzen und Messern entfernt ist. Bei regelmässigem, richtigem Gang der Maschine wird der Arbeiter allerdings nicht in Gefahr kommen, wenn aber die Zuführung stockt, wenn die Speisewalzen das Stroh nicht vorwärts schaffen können, und der Arbeiter unvorsichtig genug ist, dies mit den Händen zu ordnen, ohne vorher die Maschine auszurücken, wird auch hier ein Unfall vorkommen können, obwohl es bei zweijährigem Betrieb nicht vorgekommen ist.

In einer Fabrik fand Verf. die Häckselschneider nebst Zuführwalzen ganz von einem Brettergehäuse bedeckt, welches während des Ganges der Maschine nicht abgenommen werden darf und sich auch kaum abnehmen lässt. Um daher eine Verstopfung zu beseitigen, muss der Arbeiter die Maschine umstellen, d. h. die Speisewalzen rückwärts laufen lassen, kann aber mit der Hand nicht an die Messer kommen. Diese kann er nur erreichen, wenn der Schutzkasten abgenommen, und die Maschine zu diesem Zweck vorher stillgestellt, also keine Gefahr mehr vorhanden ist. Hölzerne Schutzkasten dieser Art nebst einer der beschriebenen Einrichtungen zum Umkehren der Bewegung der Speisewalzen erscheinen daher zur Verhütung von Unfällen sehr geeignet.

**403. Strohpappen-Fabrikation.** Als Beispiel einer Strohpappen-Fabrik sind in Figg. 1030 und 1031 als Längsschnitt und Grundriss die wesentlichen Theile einer Anlage in 1 : 250 der wahren Grösse gegeben. Dieselbe ist von F. H. Banning, Maschinenfabrik in Düren, Rheinpreussen, in Holland ausgeführt worden, wo die Firma mit dem Bau von drei Fabriken dieser Art betraut wurde. Die Gebäude mussten des schlechten Baugrundes wegen möglichst niedrig gehalten werden.

Das in Ballen ankommende Stroh wird mit dem Aufzug *A* in das obere Stockwerk gebracht, auf Häckselmaschinen *B* in Stückchen von etwa 2 cm Länge geschnitten und durch im Boden angebrachte Trichter in die Kugelkocher *C* (s. Seiten 88 bis 90) gefüllt. Im oberen Stockwerk und zwischen je zwei Kochern stehen rechteckige Behälter *D*, in welchen Kalk mit Wasser angerührt in Kalkmilch verwandelt und durch Rinnen und Filter gleichzeitig mit dem Stroh in die Kocher gelassen wird. Sobald möglichst viel Stroh in letztere gepackt und die Mannlöcher geschlossen sind, lässt man Dampf einströmen und langsam umlaufen. Nach mehrstündigem Kochen bei mehreren Atmosphären Druck nimmt man den Mannloch-Deckel ab und setzt den Kocher in Bewegung, bis alles Stroh ausgeleert ist. Dasselbe liegt dann so, dass es bequem vom Arbeiter auf einen der Kollergänge *E* gegeben werden kann. Von den im Abschnitt 203, Seiten 498 bis 511 beschriebenen Kollergängen sind zur Verarbeitung von Stroh diejenigen am geeignetsten, welche die wenigste Ausbesserung bei gleicher Leistung erfordern. Nachdem das Stroh, und besonders dessen Knoten, auf den Kollergängen völlig zerquetscht worden ist, wird es in den gegenüberstehenden Holländern *F* ohne irgend welchen Zusatz gemahlen, bis es in Ganzzeug verwandelt ist. Aus den Holländern wird der Stoff zunächst in einen gemauerten *Stoffkeller H* abgelassen, der besonders in holländischen Fabriken vielfach angelegt wird. In diesem und in den Stoffbütten $J\,J^1$ kann soviel Stoff in Vorrath gehalten werden, dass die

Fig. 1030.



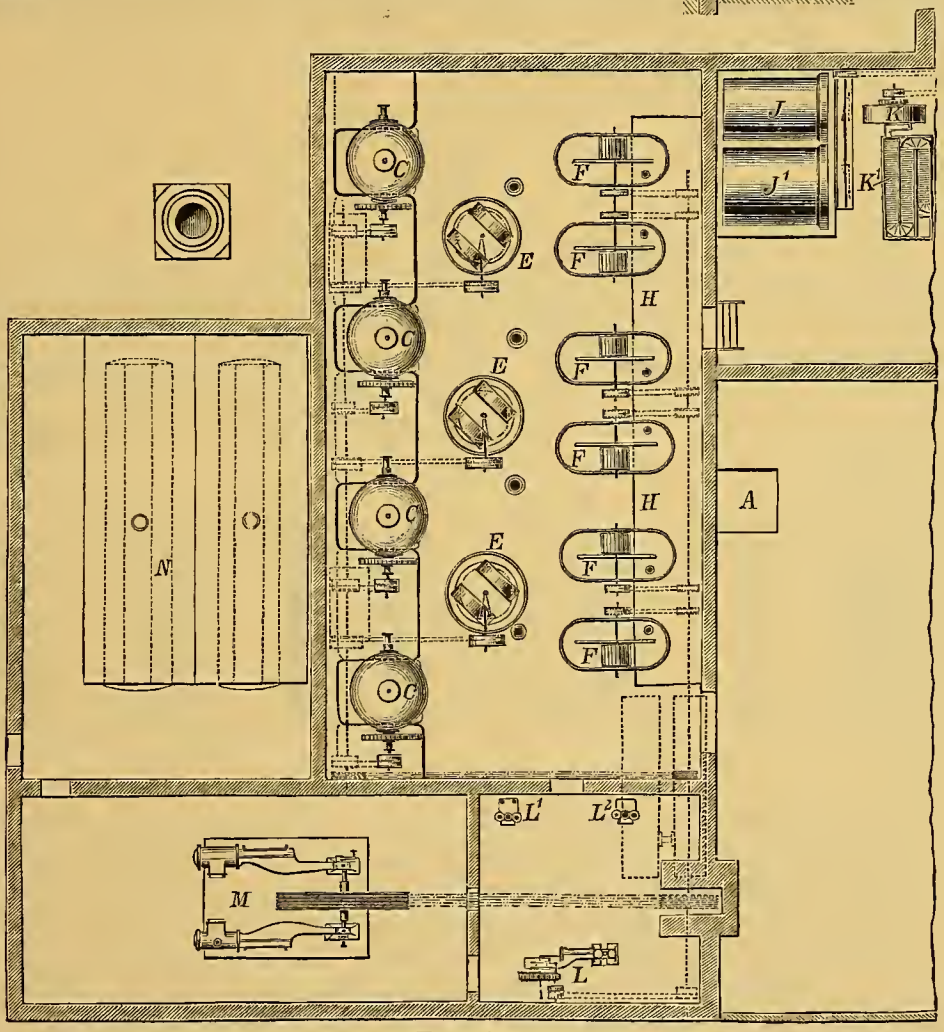




Fig. 1031.

Pappenmaschine weiter arbeiten kann, wenn auch die anderen Theile der Fabrik aus irgend welchen Gründen stillstehen. Der Stoffkeller hat nach der Bütte $J$ hin starkes Gefälle und ist mit dieser so verbunden, dass er sich in dieselbe entleert.

Aus Bütte $J$ mit liegender Welle wird der Stoff von einem Schöpfrad (s. Seiten 517 bis 521) gehoben und in die anstossende Bütte $J^1$ befördert. Diese Bütte $J^1$ hat in gewisser Höhe einen Ueberlauf nach $J$, so dass sie stets mit

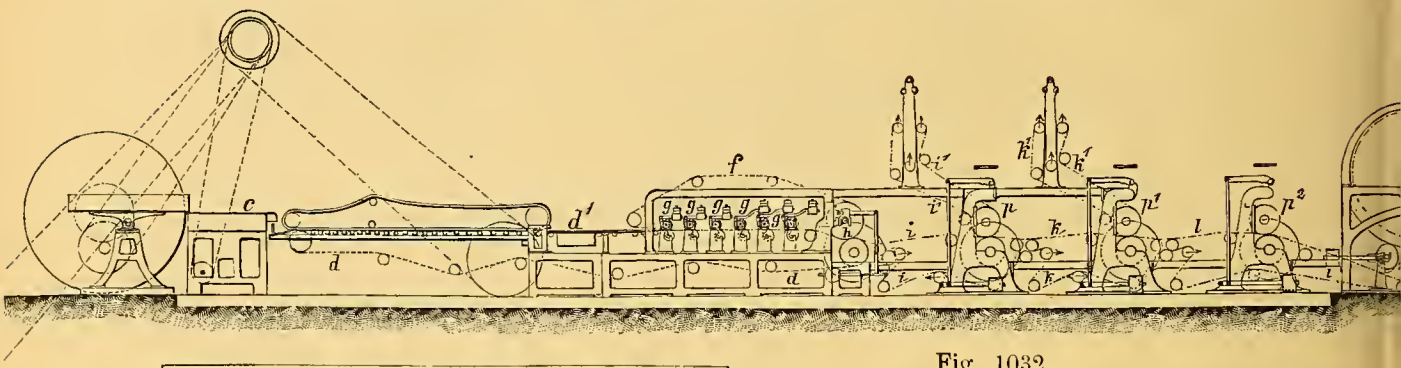



Fig. 1032.

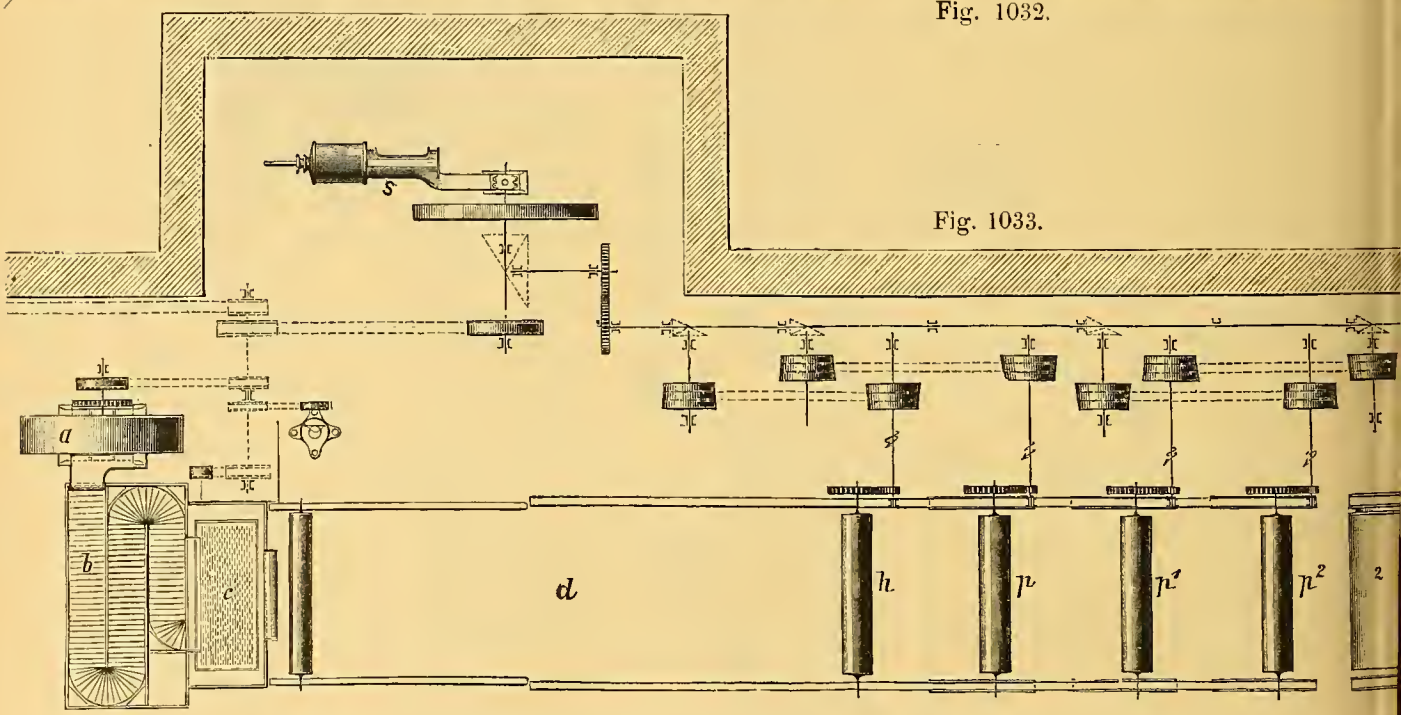



Fig. 1033.

Stoff gefüllt ist, aber nicht überlaufen kann. Aus Bütte $J^1$ gelangt der Stoff in ein zur Pappenmaschine gehöriges Schöpfrad $K$, wo er mit dem Tischwasser der Pappenmaschine zusammenkommt und auf den Sandfang $K^1$ gehoben wird.

Die aus Kesseln $N$ gespeiste Dampfmaschine $M$ giebt 90 Pferdestärken, die Pumpe $L$ fördert in der Minute 700 bis 800 l Wasser in einen hoch gelegenen Behälter, $L^1$ ist eine Kesselspeisepumpe mit Riemenbetrieb, $L^2$ eine Reserse-Dampf-Speisepumpe.

Die Pappenmaschine ist in Figg. 1032 und 1033 in Grund- und Aufriss in 1:100 der wahren Grösse besonders dargestellt. Das Schöpfrad *a* fördert den aus den Bütten erhaltenen Stoff auf den Sandfang *b*, aus dem er in den Knotenfang *c* und auf das 14 bis 18 m lange Sieb *d* fliesst. Hinter dem Sauger $d^1$ liegt auf dem Sieb *d* ein Obersieb *f*, welches die obere Gautschwalze einhüllt. Damit dasselbe der Pappenbahn möglichst viel Wasser nach oben hin entzieht, muss es

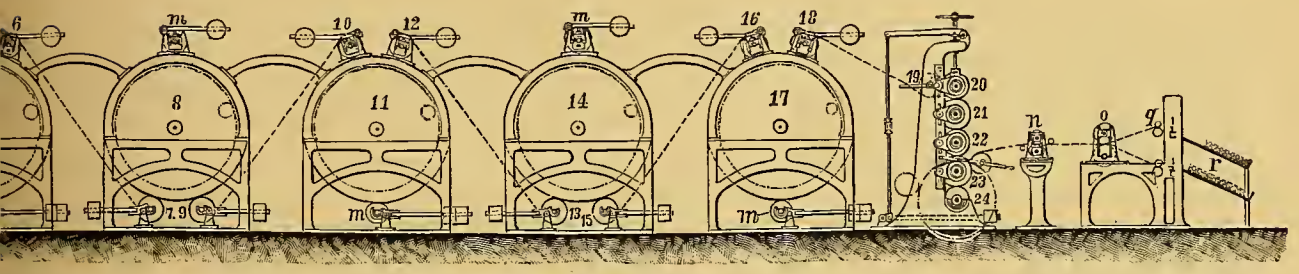
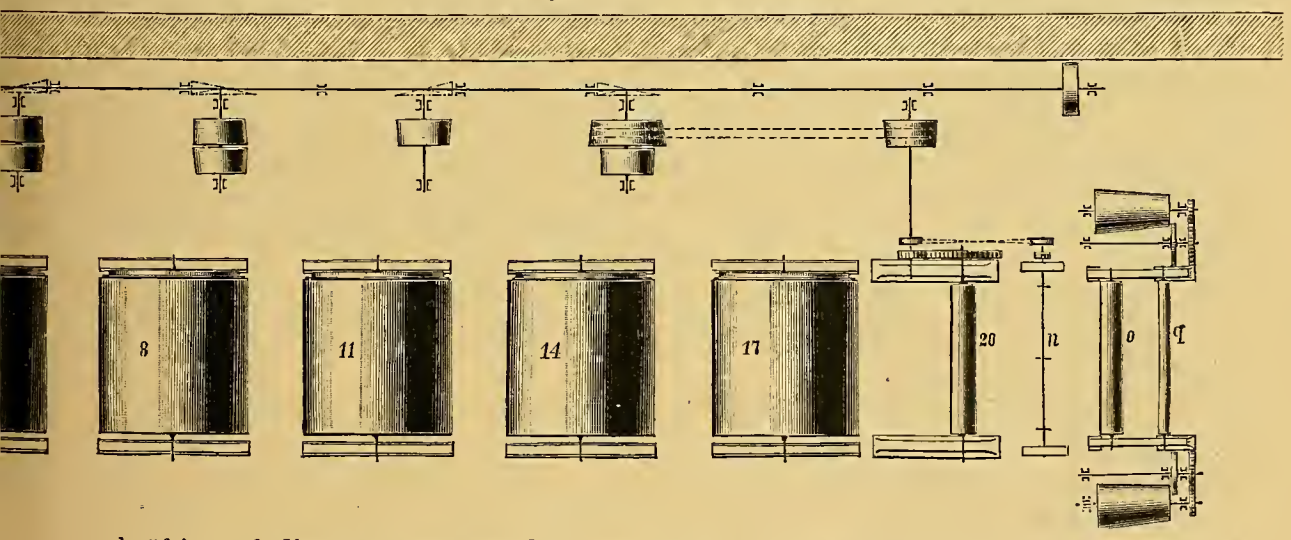



Fig. 1032.

Fig. 1033.




kräftig auf diese gepresst werden, was durch Einlegen von 6 mit Gewichtshebeln versehenen Presswalzen *g* geschieht. Unter jeder Presswalze *g* liegt unter dem Sieb *d* eine Tragwalze von gleichem Durchmesser, so dass die 6 Walzenpaare wie eben so viele kleinere Gautschpressen wirken, und auch *Vorgautschpressen* heissen. Der Maschinenführer nimmt die Pappenbahn von der unteren Gautschwalze *h* ab und legt sie auf den Filz *i*, welcher sie durch die erste Nasspresse *p* führt. Zur Entwässerung der Pappenbahn von oben ist die obere Presswalze von einem Ober-

oder Steigfilz $i^1$ umgeben. Auf dem Filz $i$ bleibt die Pappenbahn nur solange, als dieser nahezu waagrecht fortläuft; wo er sich nach unten dreht, wird die Pappenbahn abgenommen und auf den beinahe anstossenden Filz $k$ der zweiten Nasspresse $p^1$ gelegt, die gleichfalls mit Oberfilz $k^1$ versehen ist. In genau gleicher Weise geht die Pappenbahn auf Filz $l$ durch die Presse $p^2$, welche ohne Oberfilz arbeitet, weil die Pappe hier schon zu trocken ist, um noch erhebliche Mengen Wasser nach oben abzugeben. Alle Filze sind gleich lang.

Nach Abnahme vom letzten Filz $l$ wird die Pappenbahn um die Andruckwalze *1* gelegt und gelangt so auf den ersten Trockencylinder *2* von 2 m Durchmesser. Bei der Andruckwalze *3* verlässt die Bahn den ersten Cylinder und wird um die Andruckwalze *4* von oben auf den zweiten Trockencylinder *5* geführt. Diese Zuführung von oben bewirkt, dass diesmal die andere Seite der Pappe mit der Oberfläche des Cylinders *5* in Berührung kommt. Die abwechselnde Trocknung der beiden Seiten der Pappe setzt sich, wie ihr Lauf über Walzen und Cylinder *6* bis *18* zeigt, bis ans Ende fort und bringt gleichmässige Trocknung beider Seiten zustande. Während ihres Laufes über die Cylinder wird die Pappe nicht nur von den Führungs- und Andruckwalzen, sondern auch von besonderen eisernen Andruckwalzen $m$ auf die Cylinder gepresst.

Von der letzten Anpresswalze *18* geht die Pappenbahn um die Anpresswalze *19* auf das aus 5 Hartwalzen, *20—24*, bestehende Glättwerk, dessen Walzen *21* und *23* von besonders grossem Durchmesser und heizbar sind. Die jetzt fertige Pappe wird vom Längsschnitt $n$ in zwei Bahnen getheilt, die sich hinter den Zuführwalzen $o$ so trennen, dass jede unabhängig von der anderen durch ein Querschneidmesser $q$ in Bogen getheilt wird, die sich auf Tische $r$ legen. (Vergl. Figg. 1035 bis 1036 und Seiten 1105 und 1106.)

Die Dampfmaschine $S$ setzt durch Räder die aus Fig. 1033 ersichtliche lange, am Boden liegende Wellenleitung in Bewegung, von welcher aus durch Kegelriemscheiben mit verstellbaren Riemen und Kegelräder die einzelnen Theile der Pappenmaschine angetrieben werden. Jeder Trockencylinder hat selbständiges Vorgelege. Von einer Riemscheibe auf der Dampfmaschinen-Welle erhalten die Rührbütten, Schöpfrad, Knotenfang und Schüttler ihre Bewegung.

Die Maschine erzeugt in der Minute 3,5 bis 14 m Pappenbahn, von der 1 qm 650 g bis 1,5 kg wiegt, und die ganze Anlage soll in 24 Stunden 11 000 bis 14 000 kg Pappen liefern.

Folgende Beschreibung der grössten deutschen Strohpappenfabrik von F. Halbach in Leer, Ostfriesland, welche Verfasser Ende 1892 besuchte, giebt ein Bild einer andern Anlage dieser Art.

Die Fabrik liegt nahe dem Bahnhof in Leer, hat Anschlussgeleise sowie Landungsplatz für Segelschiffe und Dampfer an dem tiefen Nebenarm Leda der Ems. Ein der Firma gehöriger Dampfer von 300 Tonnen Gehalt lichtete in Gegenwart des Verfassers die Anker, um eine Ladung Pappen nach England und Kohlen zurückzubringen. Der Dampfer versorgt jedoch die Fabrik nur zur Hälfte ihres Bedarfs mit Kohlen, die andere Hälfte wird aus Westfalen bezogen. Alle inneren Transporte vom Landungsplatz, Vorrathsschuppen usw. zur Fabrik erfolgen möglichst auf Schmalspurgeleisen.

Die Fabrik erzeugt mit ihren 6 Pappenmaschinen wöchentlich, d. h. in 6 Arbeitstagen, etwa 200 000 kg Pappen und braucht dazu 140 bis 145 pCt., das ist rund 290 000 kg oder 5800 Centner Stroh. Solange die Schifffahrt offen ist, wird dasselbe meist in Schiffen herangebracht. Die Beauftragten der Fabrik gehen mit Pressen auf die Güter, packen das Stroh, binden es mit Eisendraht und senden es nach Leer. Dasselbe wird aus Holland und Deutschland bezogen. Das holländische Stroh ist weniger gut als das deutsche und wird mit diesem gemischt verwendet.

Roggenstroh ist am beliebtesten und wird am besten bezahlt. Da aber die Gegend, besonders Holland, nicht genug davon liefert, so werden alle anderen Arten mitverarbeitet. Nimmt man den Werth von Roggenstroh zu 100 an, so haben die anderen Arten etwa die in folgenden Zahlen gegebenen Werthe:

Roggenstroh = 100
Weizenstroh = 90
Haferstroh = 80
Gerstenstroh = 65—70.

Hierbei ist vorausgesetzt, dass sich das Stroh in gutem, trockenem Zustande befindet. Ist dies nicht der Fall, so wird in der Fabrik ein dem Feuchtigkeitsgehalt entsprechender Gewichtsabzug gemacht.

Die Anlage wurde nicht von Anfang an so grossartig geplant, wie sie jetzt ist, sondern nach Bedarf erweitert. Vier Pappenmaschinen stehen jedoch nebeneinander in einem Gebäude. Infolge der verschiedenen Erweiterungen wurden auch verschiedentlich neue Kraftquellen erforderlich, und es werden jetzt von 9 Cornwallkesseln, drei 75 pferdigen Dampf-Maschinen mit Kondensation und 6 Betriebsmaschinen der Pappenmaschinen etwa 300 Pf. St. erzeugt. Das Betriebswasser wird aus der Leda in Klärteiche gepumpt und aus diesen nach Bedarf entnommen.

Die 5 Häckselmaschinen, mit welchen das Stroh in Stückchen von etwa 2 cm Länge geschnitten wird, stehen eine Treppe hoch über den zu ebener Erde befindlichen Kochern, sodass das gehäckselte Stroh unmittelbar von dort aus in die Kocher gefüllt werden kann.

Alle 16 Kocher sind kugelförmig, von 8′ Durchmesser und drehen sich langsam. Gleichzeitig mit dem Stroh wird Kalkmilch zugelassen, die eine Treppe hoch in einem Bottich aus gebranntem Kalk bereitet wird und durch ein Sieb mit anschliessender Rinne in das offene Mannloch fliesst. Das Nässen mit Kalkmilch hat zunächst die Wirkung, dass das Stroh sich dichter zusammendrängt und, der Kocher 1300 bis 1500 kg davon aufnimmt. In den Kocher wird Dampf geleitet, bis ein Druck von 3 bis 4 Atmosphären erreicht ist; dann wird bei diesem Druck etwa eine Stunde lang gekocht und nach Abblasen des Dampfes das Mannloch geöffnet. Lässt man den Kocher dann umlaufen, so entleert er sich von selbst. Der wässrige Theil des Inhalts der Kocher kann vom Fussboden, auf welchen das Stroh fällt, abfliessen, und das Stroh erfährt hier auch erforderlichen Falls durch Bespritzen mit Wasser eine Waschung. Jeder Kocher kann fünf- bis sechsmal in 24 Stunden gefüllt und entleert werden.

Das Stroh hat durch das Kochen schon viel von seiner Sprödigkeit verloren und dunklere Färbung erhalten, muss aber noch starke Quetschung erfahren, damit seine Knoten sich auflösen und zertheilen und die Halme sich zerfasern.

Fr. Halbach benutzt hierzu 16 Kollergänge mit Bodenstein und Läufern aus Granit von kräftiger einfacher Bauart, die keinen Anlass zu Ausbesserungen giebt. Das auf dieselben geworfene Stroh bedarf nur sehr kurzer Zeit, um zermalmt zu werden und kann deshalb rasch einer neuen Ladung Platz machen.

Vierzehn zum Theil mit Waschhauben versehenen Holländern verschiedener Grösse fällt die Aufgabe zu, das gekollerte Stroh in Papierstoff zu verwandeln, der sich zur Verarbeitung auf der Pappenmaschine eignet. Da jeder Holländer zum Füllen, Mahlen und Entleeren nur etwa 1 Stunde in Anspruch nehmen soll, so müssen Walze und Grundwerk sehr leistungsfähig sein, um in so kurzer Zeit das Stroh, ohne es zu zerschneiden, in Fasern zu zerreiben oder zu zermahlen.

Nachdem früher gusseiserne mit Rillen versehene Grundwerke dazu benutzt wurden, ist man jetzt mit den von Escher Wyss & Co. in Zürich gelieferten neuen Holländern mit sehr breitem Grundwerk aus Stahlschienen mit Holzzwischenlagen (siehe Seite 256) sehr zufrieden. In diesen Holländern wird das gekollerte Stroh ohne irgend welche Beimischung gemahlen, in Stoffbütten abgelassen und auf den 6 grossen Pappenmaschinen verarbeitet. Diese bestehen aus Knotenfang, Langsieb Nr. 25 mit Obersieb Nr. 22, zwei oder drei Nasspressen mit Unter- und Oberfilz, einer Reihe grosser Trockencylinder, Hartwalzen-Kalander, Längs- und Querschneider. Die neueste Halbach'sche Maschine hat ein Sieb von 15 m Länge, 2 Nasspressen, 6 Trockencylinder von 2,2 m Durchmesser usw. und liefert in 24 Stunden durchschnittlich 10 000 kg längs- und quergeschnittene Pappen.

Die Pappenbahn wird wie bei der Maschine Figg. 1032 und 1033 so auf die ohne Filz laufenden Trockencylinder geführt, dass abwechselnd eine und die andere Seite auf denselben liegt. Die Bahn muss auf dem ersten Cylinder schon eine solche Trocknung erfahren, dass sie sich leicht ablösen lässt. Der erste Trockencylinder wird deshalb mit direktem Dampf geheizt und hat aus gleichem Grunde auch den grossen Durchmesser von 2,2 m mit entsprechend grosser Heizfläche.

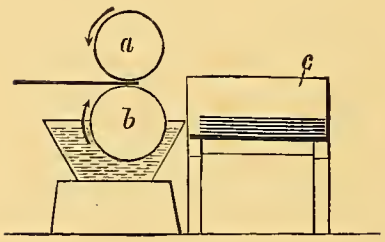


Fig. 1034.

In einer besonderen Abtheilung der Fabrik werden Pappen zusammengeklebt, wenn sie in grösserer als Maschinendicke, d. h. mehr als 2 bis 3 mm stark verlangt werden. Dies geschieht in der Weise, dass man eine Pappe zwischen zwei aufeinander liegenden Walzen durchgehen lässt, die in nebenstehender, aus dem Gedächtniss gezeichneter Skizze Fig. 1034 mit *a b* bezeichnet sind. Die untere Walze *b* läuft in dickem Kleister und überträgt davon beim Leerlauf auf die obere *a*. Schiebt man eine Pappe durch, so wird dieselbe auf beiden Seiten mit Kleister bedeckt und legt sich von selbst in dem auf drei Seiten geschlossenen Holzkasten *c* auf eine vorher eingelegte trockene Pappe. Legt der bedienende Arbeiter dann noch eine zweite trockene Pappe darauf, so sind schon drei vereint, und es entsteht eine fünffache Pappe, wenn man noch eine bestrichene und eine trockene folgen lässt. Nur die zweite und vierte Lage dieser hierneben skizzirten

Pappe sind also durch Walzen *a* und *b* gegangen, die anderen aber wurden unmittelbar in den Kasten *c* gelegt. Die so zusammengeklebten Pappen werden dann noch gepresst, getrocknet, geglättet und beschnitten.

Holzschliff-Pappen stehen in scharfem Wettbewerb mit Strohpappen und werden für manche Zwecke vorgezogen, weil sie weiss sind. Um die Strohpappen auch auf einer oder beiden Seiten weiss zu liefern, beklebt man dieselben nach Fertigstellung mit weissem Papier. Herr Halbach benutzt hierzu Maschinen, in welche das weisse Papier in Rollen eingelegt und beim Abrollen mit Kleister bestrichen wird. Auf dies mit Kleister bestrichene Papier werden dann die Pappen gelegt. Diese Papierbahn mit daraufgeklebten Pappen geht über einen Trockencylinder und wird dann in beklebte Pappen getheilt. Zwei Mann genügen zur Bedienung. (Beklebmaschinen werden im fünften Kapitel eingehender behandelt.)

Die Trockner der amerikanischen Strohpappen-Maschinen bestehen aus sehr vielen, bis 26, kleineren Cylindern, die, wie die mittleren Cylinder des in Fig. 556, Tafel III, dargestellten Trockners, in zwei Reihen übereinander angeordnet sind. Eine Seite der Pappenbahn kommt also mit den unteren, die andere mit den oberen Cylindern in Berührung. In den meisten Fällen erhalten die Cylinder 42 Zoll, d. i. 1,06 m Durchmesser, manche Fabrikanten nehmen sie aber auch kleiner, von 28 Zoll, d. i. 0,71 m Durchmesser, weil sie der Lufttrocknung dadurch näher kommen wollen, dass die Pappenbahn nach kurzer Berührung mit den heissen Cylindern wieder durch die Luft geht und den entwickelten Dämpfen häufige Gelegenheit zum Entweichen giebt. Auf Erkundigung wurde dem Verfasser mitgetheilt, dass die Durchführung der Pappenbahn keine Schwierigkeiten verursacht, und dass dieselbe nicht an dem ersten Cylinder festklebt.

**404. Querschneider für Strohpappen-Maschinen.** Strohpappen, die mehr als 1 mm dick in endloser Bahn aus der Pappenmaschine kommen, lassen sich nicht mit den für Papier gebräuchlichen Querschneidern zertheilen. Es ist überdies häufig erforderlich, dass die beiden Hälften der Pappenbahn, in welche die volle Breite vom Längsschneider zerlegt wird, verschiedenes Format erhalten, dass also jede halbe Bahn mit einem besonderen Messer und in verschiedene Längen geschnitten wird.

Herr R. Nyblad, Maschinenfabrikant in Papenburg, Ostfriesland, hat sich infolge seiner Thätigkeit in deutschen und holländischen Strohpappen-Fabriken seit vielen Jahren damit beschäftigt, Querschneider zu bauen, welche diese Schwierigkeiten überwinden. Nachdem er vorher solche von anderer Bauart eingeführt und immer mehr verbessert hatte, gelangte er in den letzten Jahren zu der in Figg. 1035 und 1036 dargestellten, die sich bewährt hat und in den meisten Strohpappen-Fabriken angewandt ist. Dieselbe steht am Ende der Pappenmaschine, an den Längsschnitt anschliessend.

Nachdem die Pappenbahn vom Längsschnitt getheilt ist, gelangen die getheilten Bahnen *P* noch miteinander zwischen die beiden Zuführwalzen $a\,a^1$, werden aber beim Austritt getrennt, d. h. die eine wird nach oben zu dem Messer *b*, die andere nach unten zum Messer $b^1$ geführt, wie die in Fig. 1036 in Doppellinien gezeichneten Bahnen zeigen. Die beweglichen Messer $b\,b^1$ sind in senkrechter Lage an den Trägern befestigt, wirken, sobald sie am oberen Ende losgelassen sind, wie Fallbeile und führen mit ihren scheerenartigen Schneiden und den

waagerecht liegenden festen Messern $f f_1$ den Schnitt aus. Das Gewicht der Träger und Gestänge ist so gross, dass die Messer $b\,b^1$ den Widerstand der stärksten Pappen leicht überwinden. Die abgeschnittenen Pappen liegen auf den Tischen $P^1\,P^2$ und werden von diesen weggenommen. Jeder Messerträger $b\,b^1$ wird in zwei Gleitstangen $r$ senkrecht geführt. Die Einrichtung, welche dafür sorgt, dass jedes Messer zu rechter Zeit niederfällt und nach erfolgtem Schnitt sofort wieder zurückgeht, besteht hauptsächlich aus je einem Sperrbalken $e$, welcher den Messerträger oben hält, bis er von einem Dreh-Knaggen $d$ zurückgedrängt, d. h. ausgelöst wird. Damit die Messerträger nicht zu tief fallen und aufstossen können, werden sie am oberen Ende von Gummibuffern $l$ aufgefangen. Sobald das Messer durchgeschnitten hat, wird es von einem Dreh-Knaggen $g$ wieder erfasst, in die frühere Stellung zurückgebracht und vom Sperrbalken $e$ hoch gehalten. Um längere oder kürzere

Fig. 1035.

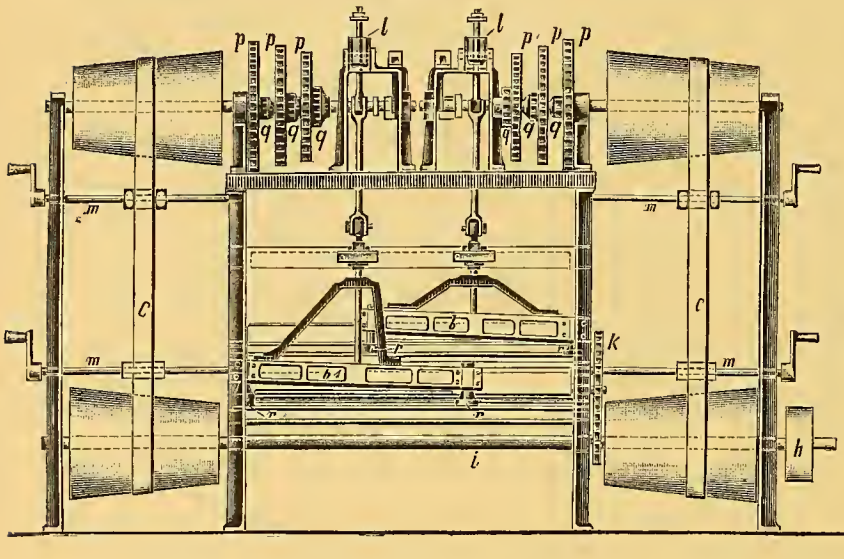
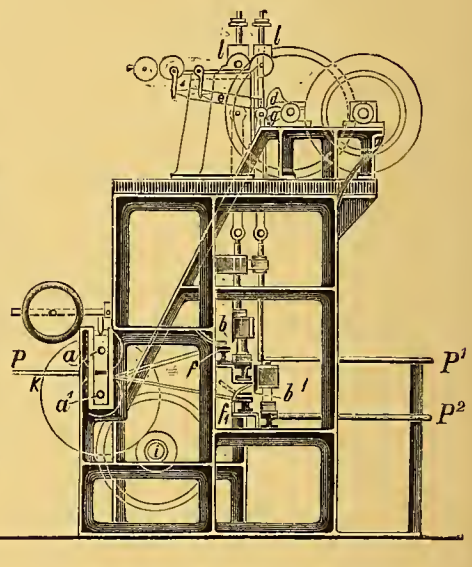



Fig. 1036.




Bogen zu schneiden, hat man daher nur die Wellen, auf welchen die Knaggen $d\,g$ sitzen, langsamer oder rascher laufen zu lassen. Dies ist in sehr weiten Grenzen dadurch möglich, dass drei Paar Wechselräder $p\,q$ zum Antrieb der Knaggenwelle dienen, und dass die Riemen $c$, von welchen die Bewegungen ausgehen, in Gabeln laufen, welche mit Schrauben $m$ auf Kegelriemscheiben verschoben werden können. Die unteren Kegelriemscheiben sitzen auf gemeinsamer Welle $i$, die von Riemscheibe $h$ ihren Antrieb erhält. Trotz dieses gemeinsamen Antriebs kann die Knaggenwelle jedes Messers verschieden rasch laufen und Bogen verschiedensten Formats schneiden.

Die Speisewalzen $a\,a^1$ erhalten ihren Antrieb von Welle $i$ aus durch Zahnräder $k$, welche auf der Welle der Walze $a^1$ treiben.

b) STROHZELLSTOFF.

**405. Fasergehalt von Stroh.** Da zur Bereitung von gutem, weissem Papier nur reiner, von Inkrusten befreiter Zellstoff dienen kann, so hängt der Werth irgend einer Pflanze als Papierfaserstoff in erster Linie von ihrem Gehalt an Zellstoff ab. Nur wenige Pflanzen sind bis jetzt mit Rücksicht auf diese Verwendung untersucht worden; Direktor *C. Schmidt* hat im *Centralblatt für Papierfabrikation 1871* folgende Untersuchungsergebnisse mitgetheilt:

| | Binse. | Eichenlaub. | Pappellaub. | Bohnenstroh. | Erbsenstroh. | Gerstenstroh. | Haferstroh. | Linsenstroh. | Maisstroh. | Rapsstroh. | Roggenstroh. | Weizenstroh. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Durch Wasser ausziehbare Theile . . . | 70,94 | 25,00 | 28,00 | 10,67 | 46,60 | 11,33 | 20,67 | 27,47 | 17,00 | 14,80 | 2,80 | 7,60 |
| Durch verdünnte Kalilauge ausziehbare Theile . . . . . | 16,42 | 57,00 | 48,36 | 37,42 | 23,24 | 38,24 | 31,62 | 34,16 | 57,03 | 29,80 | 49,08 | 40,43 |
| Wachs, Harz, Chlorophyll . . . . . | 0,48 | 3,00 | 2,88 | 0,91 | 1,54 | 0,78 | 0,77 | 1,27 | 1,74 | 0,50 | 0,52 | 0,47 |
| Faser . . . . . | 11,16 | 15,00 | 20,76 | 51,00 | 28,62 | 49,65 | 46,94 | 37,10 | 24,23 | 54,90 | 47,60 | 51,50 |

Aus der Entstehungsweise der Pflanzen geht schon hervor, dass sich ihre Zusammensetzung während ihres Lebens fortwährend verändert, auch weiss man aus Erfahrung, dass diese vom Klima, Boden und der Art des Anbaues abhängt. Die angeführten Zahlen können deshalb nur für die Muster der Pflanzen gelten, welche Gegenstand der Untersuchungen bildeten, mögen aber für anderwärts gewachsene Pflanzen derselben Arten wesentlich abweichen, wie schon nachstehende Untersuchungsergebnisse beweisen:

Nach *Dr. Adolf Mayer's Lehrbuch der Agriculturchemie, Heidelberg 1871*, enthalten die verschiedenen Stroharten folgende Mengen der wesentlichsten Bestandtheile:

| | Getreidestroh. | Erbsenstroh. | Bohnenstroh. | Wickenstroh. |
|---|---|---|---|---|
| Wasser | 12—21% | 12—17% | 14—22% | 13—17% |
| Organ. Substanz | 75—83 | 82—83 | 76 | 75—80 |
| **Holzfaser** | 29—55 | 34—52 | 26—42 | 31—53 |
| Stickstoff | 0,3—0,9 | 2,0 | 1,7 | ? |
| Kali | 0,5—1,1 | 1,1 | ? | ? |
| Phosphorsäure | 0,2—0,3 | 0,4 | ? | ? |
| Asche | 3—8 | 3—4 | 5—9 | 5—8 |

In dem *Jahresbericht über die Fortschritte auf dem Gesammtgebiete der Agrikulturchemie, Berlin, J. Springer 1869*, finden sich folgende, von V. Hofmeister und E. Wolff gefundene Zusammensetzungen von Haferstroh:

| | Hofmeister. | | | E. Wolff. |
|---|---|---|---|---|
| Wasser | 12,93 | 10,30 | 15,14 | 15,69 |
| Proteïnstoffe | 3,96 | 2,85 | 3,45 | 7,00 |
| Fett | 2,23 | 1,24 | 2,73 | 1,64 |
| Stickstofffreie Nährstoffe | 38,04 | 33,11 | 39,46 | 33,26 |
| **Rohfaser** | 37,42 | 47,19 | 33,51 | 37,13 |
| Asche | 5,42 | 5,31 | 5,71 | 5,28 |

Dr. *Hugo Müller* in *London* giebt in *Die Pflanzenfaser 1876* folgende Zahlen nach Emil Wolff:

| | Winter-roggen. | Winter-dinkel. | Winter-gerste. | Winter-weizen. | Sommer-gerste. | Hafer. | Mais. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wasser | 14,3 | 14,3 | 14,3 | 14,3 | 14,3 | 14,3 | 14,0 |
| Organische Bestandtheile | 82,5 | 79,7 | 80,2 | 80,2 | 79,7 | 80,7 | 82,0 |
| Asche | 3,2 | 6,0 | 5,5 | 5,5 | 7,0 | 5,0 | 4,0 |
| Fett und Wachs | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,5 | 1,4 | 2,0 | 1,1 |
| Stickstoffhaltige Körper | 1,5 | 2,0 | 2,0 | 2,0 | 3,0 | 2,5 | 3,0 |
| Stärke, Zucker, Gummi, Pectin | 25,7 | 26,3 | 28,4 | 28,7 | 31,3 | 36,2 | 37,9 |
| Cellulose | 54,0 | 50,5 | 48,4 | 48,0 | 43,0 | 40,0 | 40,0 |

An gleicher Stelle theilt Dr. Hugo Müller folgende nach anderem analytischen Verfahren ermittelte Zusammensetzung mit:

| | Winterweizen-stroh | Winterroggen-stroh |
|---|---|---|
| Wasser | 10,39 | 11,75 |
| Wasser-Extrakt | 8,52 | 9,34 |
| Fett und Wachs | 1,58 | 1,99 |
| Cellulose | 49,17 | 49,22 |
| Inkrustirende Substanzen und pectoseartige Körper aus dem Verluste bestimmt | 30,34 | 27,70 |

Trotz der verhältnissmässig grossen Abweichungen dieser Analysen sind die angeführten Zahlen genau genug, um anzudeuten, welche der angeführten Pflanzen sich wegen allzu geringen Zellstoffgehaltes wahrscheinlich nicht zur Fabrikation von weissem Papier eignen. Als solche müssen wir demnach Binsen, Laub und in geringerem Grade auch Maisstroh betrachten. Wenn die Zahl von 24 % dem ungefähren Zellstoffgehalt des Maisstrohes entspricht, giebt sie eine genügende Erklärung für das Misslingen der vielen kostspieligen, damit angestellten Versuche.

Bohnen-, Erbsen-, Gersten-, Hafer-, Linsen-, Raps-, Roggen- und Weizenstroh enthalten genug Zellstoff, aber nur Roggen-, Weizen- und Haferstroh, und an einigen Orten Gerstenstroh, können in genügenden Mengen beschafft werden, um als nennenswerthe Ersatzstoffe für Hadern zu gelten. Alle diese Stroharten werden übrigens auf gleiche Art behandelt, bedürfen also auch keiner besonderen Erwähnung bei der Besprechung der Fabrikationsverfahren.

Wie sehr die Zusammensetzung des Strohes von dem Boden und der Gegend abhängt, zeigt die Erfahrung einer nordischen Strohstoff-Fabrik, welche viel Stroh von der Seeküste verarbeitete und darin stets 12 bis 15 pCt. Kochsalz fand.

Roggenstroh aus der Lüneburger Haide, welches fein, äusserst hart im Stengel und weiss war, gab nur geringe Ausbeute an Zellstoff, dessen Güte jedoch nichts zu wünschen liess. Beim Eindicken und Kalziniren der Ablaugen von diesem Stroh gab es viele Störungen. Die fast zur Trockne eingedickte Lauge zeigte die Eigenschaften von warmem Erdpech und blieb bei kräftigstem Feuer im Schmelzofen fast unversehrt, so dass man sie herausnehmen und wegwerfen musste. Nach einer mit dieser Masse angestellten Untersuchung enthielt dieselbe:

| im Eindampfofen | | | im Schmelzofen | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 43,01 pCt. | Wasser, | | 64,10 pCt. | Kieselsäure an | |
| 13,07 „ | organische Stoffe, | | 6,30 „ | Kali | gebunden, |
| 26,97 „ | gelöste Kieselsäure an | | 15,64 „ | Natron | |
| 2,75 „ | Kali | gebunden, | 5,56 „ | ungebundene Kieselsäure (Sand), | |
| 6,65 „ | Natron | | 8,45 „ | kohlensaures Natron. | |
| 2,38 „ | ungebundene Kieselsäure (Sand), | | | | |
| 3,57 „ | kohlensaures Natron. | | | | |

Das Haidestroh enthielt daher Mengen von Kieselsäure, wie sie sonst selten vorkommen.

**406. Mellier's Verfahren.** Obwohl schon im Jahr 1800 von Matthias Koops, und später von Montgolfier und Samuel Wright (Erfindungspatent 1847), weisses Papier aus Stroh hergestellt wurde, konnte die Fabrikation zu keiner Bedeutung kommen, so lange man kein klar vorgeschriebenes Verfahren hatte, welches mit verhältnissmässig geringem Aufwand von Handarbeit, Maschinen, Chemikalien, Brennstoff und namentlich Zeit eine starke Ausbeute guten Zellstoffes ergab. Ein solches Verfahren wurde mit Hilfe zahlreicher Versuche von Marie Amédée Charles Mellier in Paris erfunden, am 7. August 1854 in Frankreich, am 26. Oktober 1855 in England, und am 26. Mai 1857 in den Vereinigten Staaten patentirt und in zahlreichen Fabriken zur Ausführung gebracht. Die Mellier'schen Vorschriften haben sich so vortrefflich bewährt, dass sie jetzt 1893 noch als richtig gelten. Nachstehend folgt eine Uebersetzung der von ihm für das amerikanische Patent gelieferten Beschreibung:

Stroh oder andere Faserstoffe werden gehäckselt, in warmem Wasser erweicht, gewaschen und dann in zweckmässige Kessel gefüllt, um darin erhitzt zu werden. Ich bediene mich dazu eines Drehkessels, der mit einem oder mehreren, mit Dampf gespeisten Schlangenröhren versehen ist, und da ich durch Versuche gefunden habe, dass es sehr wesentlich ist, bei einer Temperatur zu kochen, welche einem Druck von mindestens 70 Pfund auf den Quadratzoll ($3^3/_4$ Atmosph. Ueberdruck) entspricht, obwohl eine so hohe Temperatur nicht unumgänglich nöthig ist, ziehe ich vor, einen Druck von 80 Pfund englisch auf den Quadratzoll anzuwenden. Die zu verwendende Menge von Aetznatron *caustic soda* oder Aetzkali beträgt etwa 16 Procent des in Verarbeitung befindlichen Strohes oder Faserstoffes. Die Fasern lassen sich dann mit einer verhältnissmässig kleinen Menge Chlorkalk bleichen.

Um Anderen die Benützung meiner Erfindung zu ermöglichen, will ich ihre Anwendung ausführlicher beschreiben:

Das Stroh soll wie gewöhnlich mit einer Maschine gehäckselt, von Knoten, Staub und Schmutz befreit und einige Stunden in heissem Wasser eingeweicht werden. Das Stroh und eine dünne Lösung von kaustischem Alkali werden dann in einem dicht geschlossenen Kessel vereinigt, welcher, wie weiterhin erklärt ist, mit Dampf geheizt und so weit erhitzt wird, dass

der innere Dampfdruck bis zu 70 Pfund oder mehr auf den Quadratzoll, das ist bis auf 172° des 100theiligen Thermometers, steigt. Dadurch wird im Vergleich mit den jetzt bei Behandlung von Stroh und dergl. angewandten heissen alkalischen Lösungen eine bedeutende Ersparniss an Alkali, Zeit und Brennstoff erzielt.

Der dazu dienende Kessel und seine Heizung mögen auf verschiedene Art hergestellt sein, aber er muss vor allem in der Richtung seiner Längs- und Querachse durch bekannte Mittel eine drehende Bewegung erhalten. Dabei ziehe ich vor, den Dampf nicht unmittelbar in die Flüssigkeit zu leiten, worin das Stroh sich befindet, sondern ihn entweder in einen Mantel um den Kessel, oder durch ein im Innern angebrachtes Schlangenrohr oder Röhrensystem zu führen, damit der Dampf sich nicht mit der kaustischen alkalischen Lösung mischt und dieselbe durch seine Kondensation verdünnt.

Wenn der Kessel sich senkrecht, d. i. um seine kurze Achse drehen soll, empfehle ich, ihm eine Umhüllung zu geben, damit der Dampf zwischen beiden Wandungen von einem Ende zum andern kreisen kann; wenn er sich waagerecht, d. i. um seine lange Achse drehen soll, würde ich nahe den Enden doppelte Böden im Innern anbringen und dieselben mittels zahlreicher, nächst der cylindrischen Wandung in einem Kreise liegender Röhren miteinander verbinden. Bei letzter Anordnung tritt der Dampf durch die hohle Achse an einem Ende ein, geht durch die Röhren in die Abtheilung am andern Ende und wird nebst dem Kondenswasser von dort auf bekannte Weise entfernt.

Dadurch, dass ich den Dampf nicht unmittelbar in den Kessel treten lasse, erziele ich folgende Vortheile:

Erstens wird die alkalische Lösung, wie schon erwähnt, nicht verdünnt, zweitens werden Verstopfungen der Dampfröhren durch Stroh vermieden, und kann auch bei einem etwaigen Fallen des Dampfdrucks im Strohkocher unter den Druck im Dampfkessel keine Rückströmung aus ersterem in letzteren stattfinden; drittens kann der Strohkocher leichter abgekühlt werden, wenn man, nachdem der Dampfdruck lange genug unterhalten war, den Dampf absperrt, ihn in beschriebener Weise am andern Ende aus dem Mantel oder den Röhren strömen lässt, und an seiner Statt einen Strom kalten Wassers durchleitet, welches nicht nur die Masse abkühlt, sondern auch eine Menge warmes Wasser liefert, das, in entsprechenden Gefässen gesammelt, mit Vortheil beim Waschen des Strohes nach dem Kochen verwendet werden kann.

Durch Anwendung eines Druckes von 70 bis 84 Pfund auf den Quadratzoll im Innern des Kessels kann ich die erforderliche Alkalimenge bedeutend verringern; die Lösung, welche ich vorzugsweise dabei verwende, zeigt 2 bis 3 Grad auf dem Aräometer Beaumé, d. h. sie hat ein spezifisches Gewicht von 1,013 bis 1,020, und 70 Gallonen (318 Liter) solcher Lösung sollen auf jedes 100 Pfund (45 Kilo) Stroh genommen werden.

Nachdem der Kessel mit Stroh und alkalischer Lösung gefüllt und dampfdicht verschlossen ist, wird ihm eine langsame Bewegung — von etwa 1 bis 2 Umdrehungen in der Minute — ertheilt und Dampf zugelassen. Wenn dann die vorgeschriebene Temperatur erreicht ist und drei Stunden lang aufrecht erhalten wurde, ist der Kochprozess zu Ende. An einem auf dem Kessel angebrachten Manometer lässt sich ersehen, wann der Dampf auf die gewünschte Höhe gespannt ist.

Sobald der Kessel und die darin befindlichen Faserstoffe auf vorher beschriebene Weise abgekühlt sind, d. h. sobald kein Druck mehr vorhanden ist, öffne ich das Mannloch, entleere den Kessel in entsprechende Gefässe und wasche die Masse zuerst mit heissem, dann mit kaltem Wasser, bis nur klare Flüssigkeit abläuft. Ich tauche dann die Faser etwa eine Stunde lang in heisses Wasser, welches mit einer Menge Schwefelsäure angesäuert ist, deren Gewicht etwa 2 Procent von dem der behandelten Fasern beträgt, und wasche schliesslich wieder mit kaltem Wasser. Der Faserstoff oder das Stroh mag dann auf gewöhnliche Art gebleicht werden, und man wird finden, dass eine verhältnissmässig kleine Menge Chlorkalk dazu erforderlich ist.

**407. Einkauf und Aufbewahrung von Stroh.** Das Einkaufen von Stroh, so einfach es auch zu sein scheint, erfordert Erfahrung und möglichst genaue Kenntniss der Gegenden, aus welchen der Bedarf bezogen wird. Wo Grund und Boden nur geringen Werth haben, und die einzelnen Güter sehr ausgedehnt sind, wie in vielen Staaten Amerikas, ist die Getreide-Ernte gewöhnlich so gross, dass sie nicht unter Dach gebracht werden kann, und desshalb so rasch als möglich auf dem Felde ausgedroschen werden muss. In solchen Gegenden wird dem

als nicht sehr werthvoll betrachteten Stroh nur geringe Sorgfalt geschenkt, es enthält mehr Verunreinigungen, Spreu, Körner und Unkraut als das auf kleinen Gütern erzeugte, deren Eigenthümer alle Arbeiten persönlich überwachen und durch möglichst gute Beschaffenheit ihrer Erzeugnisse grössere Einnahme zu erzielen suchen. Wo das Land theuer und stark vertheilt ist, sind die Güter mit Scheunen und Schuppen versehen, worin das Getreide aufbewahrt und während des Winters ausgedroschen wird; auch der Boden wird dort sorgfältiger gepflegt, das Stroh kommt, frei von Unkraut, rein und glänzend zu Markte und hat für den Papierfabrikanten höhern Werth.

Wenn Stroh längere Zeit hindurch den Einflüssen der Witterung ausgesetzt ist, nimmt es allmälig dunklere Farbe an und wird schliesslich ganz schwarz. Es ist dann vielleicht nur an der Oberfläche verfault und enthält noch viele gesunde Fasern im Innern der Halme; die gefärbte Masse, von der sie umgeben sind, scheint aber dem Einflusse der beim Kochen und Waschen des Strohes gewöhnlich angewandten Mittel zu widerstehen, denn es ist nicht möglich, in üblicher Weise damit weissen Stoff zu erzeugen. Die gefärbte Masse ist zwar in Wasser löslich, aber nur wenige oder garkeine Fabriken sind mit Einrichtungen zu gründlicher Waschung *vor* dem Kochen versehen, und ohne solche ist es nicht möglich, angefaultes Stroh so zu reinigen, dass es mit Vortheil zur Papierfabrikation verwendet werden kann. Es ist nicht nur werthlos, sondern verringert auch durch seine Beimischung die Beschaffenheit der aus sonst tadellosem Stroh angefertigten Papiere.

Stroh sollte daher stets unter Dach aufbewahrt werden, und wenn man grossen Vorrath halten muss, wird es zweckmässig sein, offene Schuppen dafür zu bauen. Verf. hat in den Vereinigten Staaten von Amerika einen solchen zur Aufbewahrung von über hundert Tonnen Stroh errichtet, der nur aus einem von hohen hölzernen Pfosten getragenen Dache bestand, unter welches die beladenen Wagen einfahren konnten. Anstatt die Wagen von Hand zu entleeren, bediente man sich einer der vielen, zu diesem Zweck erfundenen Vorrichtungen *double harpoon fork* (Doppelte Harpungabel), welche unter dem Dache aufgehängt war. Die verschiedenen patentirten Gabeln unterscheiden sich meistens nur durch die Art, wie sie das Stroh oder Heu erfassen, sie werden sämmtlich in die auf dem Wagen befindliche Strohmasse gesenkt und von den abgespannten Pferden, mit einem über mehrere Rollen laufenden Seil, beladen in die Höhe gezogen. Mit 5—10 Einsenkungen oder Gabelladungen kann man auf diese Weise, ohne viel Handarbeit und in kurzer Zeit, eine Tonne Stroh und mehr ausheben und am gewünschten Orte niederlegen. Schuppen dieser Art müssen 50—100 Meter von der Fabrik entfernt sein, da sie von den Versicherungsgesellschaften für feuergefährlich gehalten werden und bei grösserer Nähe eine Erhöhung der Prämien zur Folge haben.

In Ländern wie Deutschland, England und Frankreich, wo der hohe Bodenwerth zu gründlicherer Ausnützung zwingt, wird auch das Stroh mit Sorgfalt behandelt und vielfach in Ballen gepresst. In solchen Ballen lässt es sich leicht aufbewahren und hoch aufstapeln, und die leichte Hantirung in dieser Form mag auch die Zahlung eines Aufschlags für das Pressen rechtfertigen.

Die Hülsen der Getreidekörner, Spreu und die manchen Stroharten anhängenden Blätter enthalten sehr wenig Faserstoff; sie haben nicht nur geringen Werth, sondern nehmen auch den für bessere Rohstoffe bestimmten Platz ein und liefern durch ihr Zellstoff-Ergebniss keinen genügenden Ersatz für aufgewendete Arbeit, Chemikalien und Brennstoff.

Obwohl der Landmann sich bemüht, alle Körner von dem Stroh auszuscheiden, kann es selbst mit den besten Dreschmaschinen nicht gründlich geschehen, wenn das Getreide in nicht ganz trockenem Zustande geschnitten wurde, oder wenn man das Dreschen übereilt hat, wie es z. B. meistens geschieht, wenn es auf offenem Felde ausgeführt wird. Getreidekörner, welche mit dem Stroh in die Kocher gelangen, werden dort dem Einflusse von Hitze und Feuchtigkeit ausgesetzt, wobei sich das Stärkemehl, woraus sie zum grossen Theil bestehen, in Dextrin und theilweise in Zucker verwandelt. Wir finden manchmal in weissem Strohpapier kleine durchsichtige Flecken, welche aussehen, als wären sie von Oel verursacht, die aber häufig aus Dextrin bestehen, welches aus Getreidekörnern oder aus Theilen von solchen, die an der Spreu haften, entstanden ist. Sind Körner und Spreu einmal in den Kessel gelangt, so werden sie zersetzt und können nicht später, wie andere Verunreinigungen, durch Knotenfänger und dergl. entfernt werden. In einer amerikanischen Fabrik, welche mit verhältnissmässig sehr reinem Stroh bedient wurde, erhielt man beim Reinigen des gehäckselten Strohes in einer Putzmaschine noch Körner genug, um sechs Pferde damit zu füttern. In den meisten europäischen Fabriken werden, wie aus den folgenden Beschreibungen der einzelnen Verfahren hervorgeht, Putzmaschinen angewandt.

Der Fabrikant muss für etwaige dem Stroh anhängende Feuchtigkeit den Verkäufern einen Abzug machen, da diese sonst ihren Vortheil darin finden würden, das Stroh dem Regen auszusetzen, oder der Natur durch Aufgiessen von Wasser nachzuhelfen.

Nach den älteren im Abschnitt 404 angeführten Untersuchungen ist Weizenstroh, nach den neueren Roggenstroh, reicher an Zellstoff als die anderen Stroharten. Da sich jedoch die Zusammensetzung mit dem Boden, Klima, Anbau und sogar mit verschiedenen Jahrgängen wesentlich ändert, so können die ermittelten Zahlen nicht in allen Fällen zutreffen. Verf. erzielte aus reinem schönem Weizenstroh etwa so viel Fasern wie aus Roggenstroh, letzteres wird jedoch den Fabriken gewöhnlich reiner, mit weniger Unkraut und Blättern als Weizen- oder Haferstroh geliefert und ergiebt schon desshalb mehr Papier. Verf. ist der Meinung, dass Güte und Reinheit des Strohes von grösserer Wichtigkeit sind als die Gattung, dass reines schönes Weizenstroh geringerem Roggenstroh vorzuziehen ist, und umgekehrt. Bei gleicher Güte und Reinheit ist jedoch Roggenstroh vortheilhafter. Haferstroh ist mit mehr werthlosen Blättern belastet als Weizen- oder Roggenstroh und desshalb, bei sonst gleichen Verhältnissen, weniger ergiebig.

Der vergleichsweise Werth der wichtigsten Stroharten für Pappen ist auf Seite 1103 nach der Erfahrung einer grossen Fabrik angegeben, die auch von anderer Seite bestätigt wird. Diese Zahlen treffen auch für den Werth von solchem Stroh zu, welches zu Zellstoff verarbeitet werden soll.

Der Transport des Strohes ist weniger durch sein Gewicht als durch seinen verhältnissmässig grossen Raumbedarf erschwert, denn es ist so elastisch, dass es

sich auch mit starken Pressen nur wenig zusammendrücken lässt. Die Fabriken sind desshalb vorzugsweise auf die umliegenden Ländereien angewiesen und kaufen, wenn sie, entfernt von grossen Städten, in getreidereichen Gegenden liegen, Stroh nicht nur billig, sondern sparen auch die durch Packen in Ballen entstehenden Mehrkosten. Man würde sich aber trotzdem sehr irren, wenn man annehmen wollte, dass man Strohstoff am vortheilhaftesten an Orten herstellen könne, wo Stroh massenhaft vorkommt und beinahe werthlos ist. Sobald durch die Fabrik Bedarf an Stroh entsteht, geht sein Preis in die Höhe, und da zur Deckung des Bedarfs einer solchen Fabrik aus einer grossen Fläche Landes Stroh bezogen werden muss, werden die Beförderungskosten eines Theils desselben den Ankaufspreis verdoppeln und verdreifachen. Die an abgelegenen Orten durch billigen Einkauf des Strohes erzielte Ersparniss wird überdies in vielen Fällen durch höhere Beförderungskosten für Brennstoffe, Chemikalien und das erzeugte Papier mehr als aufgewogen.

**408. Schneiden, Reinigen, Befördern und Sortiren.** Das Schneiden soll bei der Verarbeitung von Stroh nicht, wie bei Hadern, das Mahlen erleichtern, sondern nur zur Verminderung seines Raumbedarfs dienen. Erleichterung des Mahlens ist nicht nöthig, weil die einzelnen Fasern durch richtig ausgeführtes Kochen schon blossgelegt werden und durch kräftiges Mahlen Schaden leiden müssten. Zum Schneiden dienen für Riemenbetrieb eingerichtete Häckselmaschinen von der Seiten 1094 bis 1098 beschriebenen Art.

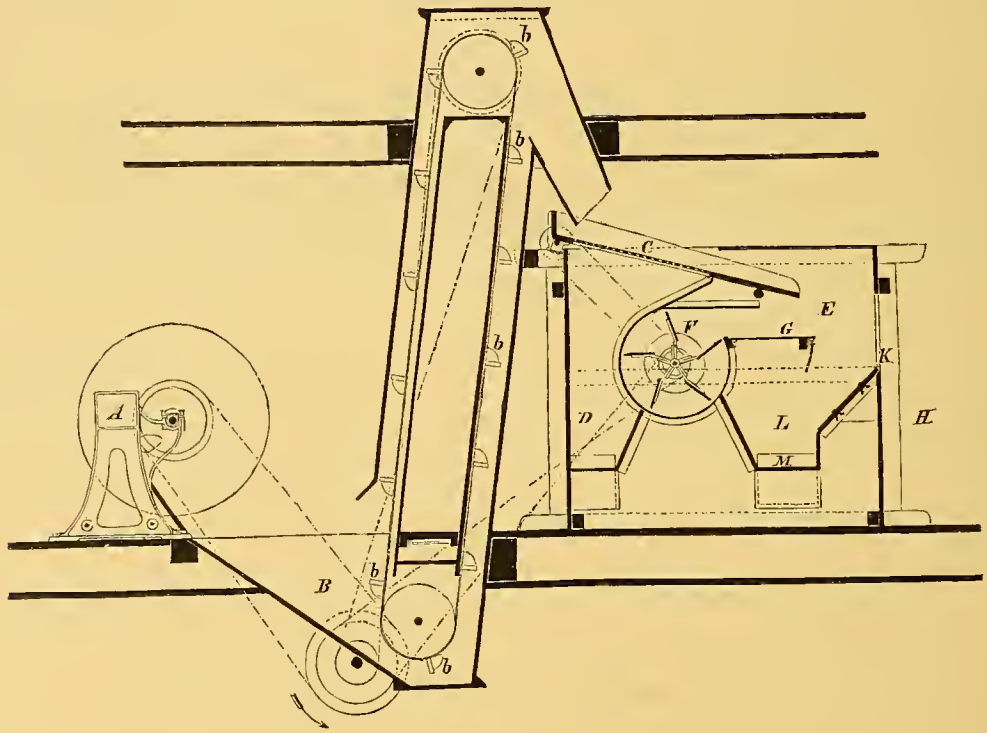
Mellier empfiehlt schon, das Stroh vor dem Kochen von Knoten, Verunreinigungen und Staub zu befreien, wie es jetzt in den meisten Fabriken geschieht. Die verdickten Theile oder Knoten der Strohhalme enthalten einen viel grösseren Antheil von Inkrusten als die rohrartigen Theile und erfordern desshalb kräftigere Behandlung beim Kochen. Durch solche kräftigere Behandlung leiden aber die rohrartigen, weniger widerstandsfähigen Theile, und man hat daher bei einer Vermischung beider nur die Wahl, entweder die Knoten ungenügend, oder die Röhrchen zu sehr anzugreifen.

Will man das Höchste in der Fabrikation von Strohstoff erreichen, so ist eine sorgfältige Durchsicht des Strohes behufs Ausscheidung von Unkraut sowie die von Mellier empfohlene Ausscheidung der Knoten u. s. w. vor dem Häckseln nothwendig. In vielen Fällen begnügt man sich damit, die schweren Theile des etwa vorhandenen Unkrauts in einer Putzmaschine mit den Knoten auszuscheiden, überlässt aber dem weiterhin besprochenen Knotenfang das Zurückhalten der Theile, welche durch Kochen nicht zerlegt werden, und erwartet von der Einwirkung der Chlorlösung das Bleichen aller durch Kochen freigelegten Fasern, gleichviel ob sie von Stroh oder Unkraut stammen.

Das grössere Gewicht der Knoten giebt ein vortreffliches Mittel zu ihrer Abscheidung. Von den durch einen Ventilator fortgeblasenen Strohstückchen fallen zuerst diejenigen nieder, welche die schweren Knoten enthalten, und damit an diesen Knoten nicht zu viel gutes Stroh hänge, müssen die Halme in 1,5 bis 2 cm lange Stückchen geschnitten werden. Da das Stroh in derselben Maschine auch von Staub und schweren Verunreinigungen befreit wird, ist es dann zum Kochen und etwaiger vorheriger Behandlung mit Wasser bereit.

Eine von Gebr. Sachsenberg in Rosslau a. d. Elbe mehrfach ausgeführte Schneid- und Reinigungs-Einrichtung ist in Fig. 1037 in 1 : 50 der wahren Grösse im Querschnitt dargestellt. Von der Häckselmaschine *A* fallen die 1,5 bis 2 cm langen Strohstückchen in einen Trog *B*, aus dem sie von den Bechern *b* eines Elevators hoch genug gehoben werden, um auf das Rüttelsieb *C* zu fallen, auf dem sie sich in dünner Schicht gleichmässig vertheilen. Das Sieb ist so beschaffen, dass Sand und Körner durchgehen und in den Raum *D* gelangen, während das gehäckselte Stroh beim Herabfallen bei *E* von dem kräftigen Luftstrom einer Windfege *F* getroffen wird. Man kann durch die Umdrehungszahl der Windfege *F*,

Fig. 1037.




durch Schrägstellen des Bodens *G* und durch Vorschieben der Trog-Kante *K* dafür sorgen, dass das leichtere gute Häcksel nach der Kammer *H* geblasen wird, während die schwereren Knoten nach *L* und von da seitlich durch Oeffnung *M* in einen besonderen Raum fallen, um für sich zu geringerem Stoff verarbeitet zu werden.

Die Windfegen für Strohhäcksel werden meist von Fabriken landwirthschaftlicher Maschinen geliefert, können aber so einfach gebaut sein, dass man sie selbst herstellen kann. Als Anleitung hierzu mögen die in Figg. 1038 und 1039 gegebenen Skizzen dienen. Die eingeschriebenen Maasse sind Millimeter. Das Strohhäcksel wird durch Trichter *a* eingeworfen und fällt auf das Sieb *b*, dessen oberes Ende bei *h* aufgehängt ist und vom Excenter *g* eine hin- und hergehende, also

schüttelnde Bewegung erhält. Das untere Ende hängt in Lederriemen *k*. Das Sieb ist zum Auswechseln eingerichtet. Alle Verunreinigungen, wie Sand, Kohlen und dergl., fallen durch das Sieb und sammeln sich im Kasten an, so dass am Ende nur noch Strohstückchen mit und ohne Knoten vom Sieb *b* fallen. Der Ventilator *c*

Fig. 1038.

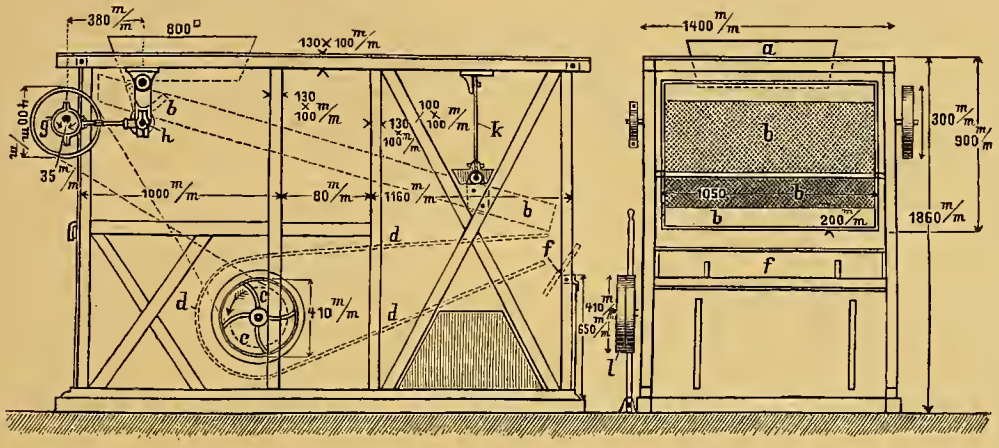



Fig. 1039.




liegt in einem Gehäuse *d*, dessen gerade Theile aus Holz, die gebogenen aus Eisenblech bestehen, und welches genau da mündet, wo das Häcksel vom Sieb *b* kommt. Der von *c* ausgehende Wind führt die leichten Strohstückchen über den Kasten hinaus, wo sie zur Erde kommen, während die schweren Stückchen mit den Knoten niederfallen, wo sie das Sieb *b* verlassen. Zu beliebiger Regelung dieser Abscheidung dient die verschiebbare und drehbare Scheide *f*, die so eingestellt werden kann, dass mehr Theile nach innen oder aussen fallen. Der Antrieb erfolgt durch die Riemscheiben *l* der Ventilator-Welle, von denen auch das Schüttel-Excenter *g* getrieben wird. Nach den in mehreren Fabriken mit solchen Windfegen gemachten Erfahrungen soll das Sieb *b* etwa 3 m lang und 1 m breit sein und 400 mm Fall haben.

Fig. 1040.

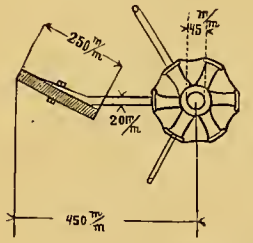



Fig. 1041.

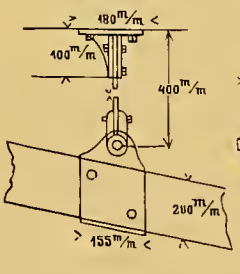
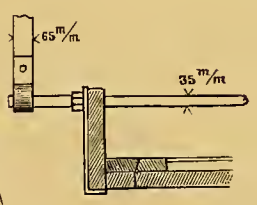



Fig. 1042.




Die Bauart der Windflügel von *c* ist aus Skizze Fig. 1040 mit eingeschriebenen Maassen ersichtlich.

Die Ledergurte *k* sind 65 mm breit und 12 mm dick. Ihre Befestigung ist in Skizzen Figg. 1041 und 1042 dargestellt.

Eine Skizze des Excenters *g* ist in Fig. 1043 gegeben. Die Exzentrizität beträgt nach den in mm eingeschriebenen Maassen 20 mm, der Hub 40 mm, d. h. das Sieb *b* macht bei jeder Umdrehung der Kurbelscheibe eine Bewegung von 4 cm. Fig. 1044 zeigt in etwas grösserem Maassstab die Verbindung zwischen dem Siebrahmen und seinem Antrieb.

Zur Beförderung des Stroh-Häcksels von dem Häcksel-Schneider zur Windfege *W* dient ein Zufuhrtuch, welches nach Skizze Fig. 1045 angeordnet sein kann. Das kleingeschnittene Stroh fällt aus dem Häckselschneider auf das Zufuhrtuch *z*, welches über Leitwalzen *s*, *t*, *v* und Spannwalze *u* läuft. Auf der Strecke *v* bis *s* läuft das Tuch *z* in Brettern von 500 mm Breite, welche wie in Fig. 1046 ausgeschnitten sind.

Fig. 1043.

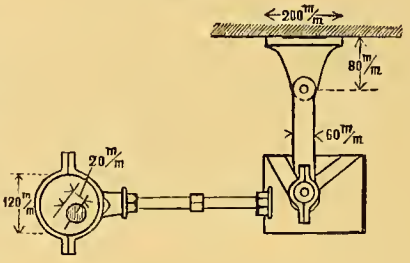



Fig. 1044.

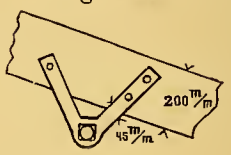



Fig. 1045.

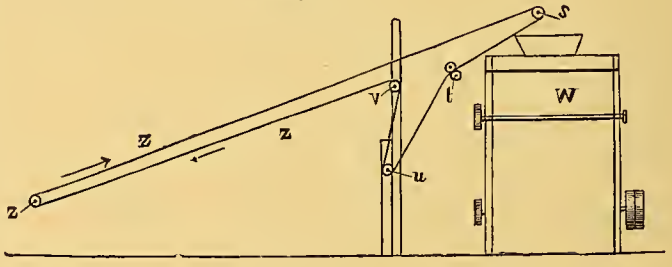
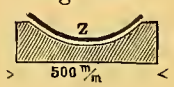



Fig. 1046.




Man kann häufig die Putzmaschine nicht so aufstellen, dass das Stroh direkt von der Häckselmaschine hineinfällt, es giebt sogar Fabriken, wo letztere in einem höheren Stockwerk stehen muss, und dann ist eine Vorrichtung erforderlich, durch welche ihr das gehäckselte Stroh ohne Handarbeit zugeführt wird. Als solche dient manchmal das in Mahlmühlen gebräuchliche Paternosterwerk, doch hat der Verf. eine zweckmässigere Einrichtung in der grossen Strohstoff- und Papierfabrik von Townsend Hook & Co. in Snodland in Kent, England, gesehen. Aus dem Häckselschneider fällt das Stroh in ein anschliessendes, etwa 30 cm weites Blechrohr, an dessen Ende es von einem sich rasch drehenden Windflügel erfasst und durch einen hölzernen Kanal in ein oberes Stockwerk geblasen wird, wo es aus der waagerechten Fortsetzung des Kanals in angehängte Säcke fällt, mit denen es abgenommen, gewogen und zu den Kochern getragen wird. Die Einrichtung empfiehlt sich neben ihrer Einfachheit dadurch, dass sie die Beförderung nicht nur in senkrechter, sondern auch in waagerechter Richtung zulässt.

In manchen Fabriken ist man genöthigt, das rohe Stroh von der ebenen Erde zu der im dritten oder vierten Stock befindlichen Häckselmaschine zu befördern, und in solchen Fällen bedient man sich am besten eines grossen Zuführtuches von der durch *O* in Fig. 19 dargestellten Art. Verf. hat Stroh mit einem

solchen bis in den 4. Stock geschafft. Es bestand aus zwei Lederriemen, welche das Stroh mit aufgenieteten, etwa 60 cm breiten Holzleisten über eine glatte, hölzerne, unter einem Winkel von etwa 40° geneigte Bahn hinführten.

In den meisten Fabriken erzeugt man nur eine Sorte von Strohstoff, in einigen werden durch entsprechende Aenderung des Koch- und Bleichverfahrens zwei oder drei Sorten hergestellt, aber nur in wenigen wird das Stroh schon vor seiner Verarbeitung in mehrere Sorten getheilt.

Eine Abtheilung des Strohes in mehrere Sorten und deren besondere Behandlung durch alle Fabrikationsstufen muss Erschwerungen und Vertheurung des ganzen Verfahrens zur Folge haben, welche kaum durch entsprechende Verbesserung der Erzeugnisse aufgewogen werden können. Einer der Vortheile der Strohstofffabrikation besteht darin, dass Stroh nie so ungleich ausfällt wie Hadern, dass man deshalb die bei letzteren so lästige Abtheilung in viele Sorten entbehren kann, und dieses Vortheils begäbe man sich durch die erwähnte Verwicklung des Verfahrens.

**409. Soda.** Ehe zum Kochen des Strohes übergegangen wird, soll hier der Stoff Besprechung finden, welcher dabei die Hauptrolle spielt.

Bis zur französischen Revolution hatte man zur Herstellung von Seife und Glas nur sogenannte natürliche Soda oder Barilla, die aus natronhaltiger Asche von Strandpflanzen und aus Bodenauswitterungen gewonnen wurde. Pottasche war damals billiger, weil sie aus Holzasche gezogen wurde, und diente zu denselben Zwecken. Da diese Stoffe fortwährend theurer wurden, so setzte die französische Akademie der Wissenschaften 1775 einen Preis aus von 2400 Livres auf das beste Verfahren zur Gewinnung von Soda aus Kochsalz. Obwohl der Preis niemals ertheilt wurde, gab er doch den Anstoss zu vielen Erfindungen, von denen die des Nicolas Leblanc, geb. 1753, Leibchirurg des Herzogs von Orleans, spätern Bürgers Egalité, zur Grundlage der Soda-Industrie wurde. Der Herzog schloss 1789 mit Leblanc einen Vertrag, wonach dieser die Beschreibung des Verfahrens bei einem Notar hinterlegte und der Herzog 200000 Livres zum Bau einer Fabrik zu liefern hatte. Der Bürger Egalité wurde aber am 6. November 1793 hingerichtet, seine Güter und darunter die Fabrik eingezogen und verkauft. Leblanc bekam von der Regierung nach einigen Jahren 4000 und von der Société d'Encouragement 2000 Franken, die aber zum Betrieb der Fabrik nicht genügten. Er machte, an Leib und Seele gebrochen, 1806 im Armenhause seinem Leben ein Ende. Die beim Notar Brichard niedergelegte Beschreibung war nach Prof. Dr. Lunge's Soda-Industrie 1855 noch vorhanden und hatte folgenden Inhalt:

Man zersetzt Kochsalz nach Glauber's Verfahren mit Vitriolöl, wozu etwa sein gleiches Gewicht erforderlich ist. Um die Salzsäure möglichst vollständig zu gewinnen, kann man sie in Ammoniakwasser leiten, oder erst kondensiren und dann mit ersterem vermischen. Das Glaubersalz wird stark geglüht, um die letzten Antheile der Säure zu entfernen, und dann gepulvert. Man mischt eine beliebige Menge davon mit der Hälfte ihres Gewichtes Kreide und einem Viertel ihres Gewichtes Kohle, mahlt das Ganze fein und bringt es in Tiegel, welche davon nur zu zwei Dritteln gefüllt werden dürfen. Die Tiegel werden bedeckt, aber nicht hermetisch verschlossen, um den brennenden Gasen einen Ausweg zu lassen, und anfangs gelinde, dann aber bis zum Schmelzen der Masse erhitzt. Diese geräth dabei in breiigen Fluss, wird in kohlensaures Natron verwandelt und aus den Tiegeln genommen. Um sie zu reinigen pulvert man die Schmelze und kocht sie mit Wasser; aus der Lösung scheidet sich beim Verdampfen die Soda in Krystallen aus und wird in heisser Luft getrocknet. Oder man lässt die erkaltete und gröblich zerkleinerte Schmelze an der Luft zerfallen und wäscht dann wie oben aus. Die Kalkerde und unverbrannte

Kohle werden durch Absetzenlassen oder Filtriren entfernt. Das Ammoniakwasser wird durch Verbrennung thierischer Substanzen gewonnen; der Salmiak wird sublimirt. Die Richtigkeit dieser Angaben wird vom Professor der Chemie d'Arcet bestätigt.

Die Assemblée nationale ertheilte Leblanc 1791 ein Patent, worin er die Mischung von:

100 Pfund wasserfreiem Glaubersalz (schwefelsaurem Natron)
100 „ reiner Kalkerde, Kreide von Meudon
50 „ Kohle

und deren Verarbeitung in einer Weise vorschreibt, wie sie im wesentlichen bis auf die neueste Zeit geübt wurde.

In Frankreich entstanden nach Leblanc's Tod einige Sodafabriken, doch entwickelte sich dieser Fabrikationszweig erst grossartig, als er in England aufgenommen wurde, und auch dort erst nach Aufhebung der hohen Salzsteuer. James Muspratt, der 1824 eine Fabrik erbaute, musste den Seifensiedern Tonnen seiner Soda schenken, um sie von der Güte der Waare zu überzeugen und zu deren Verwendung zu bewegen. Tennant in Glasgow fabrizirte schon 1818 und verkaufte Krystallsoda für 42 Pfund Sterling die Tonne. 1876 erzeugte er schon 14000 Tonnen Krystallsoda jährlich und 1865 auch 12500 Tonnen kalzinirte Soda *soda ash.*

In den siebziger und achtziger Jahren erstand dem Leblanc'schen in dem Seiten 206 bis 208 beschriebenen Ammoniak-Verfahren ein gefährlicher Nebenbuhler, durch den es dahin kam, dass die Fabrikation nach Leblanc nur durch die als Nebenerzeugnisse aus der Zersetzung von Kochsalz durch Schwefelsäure gewonnenen Chlor-Erzeugnisse, nämlich Salzsäure und Chlorkalk (s. Seite 144), noch Nutzen brachte.

Um den Niedergang ihres Industriezweiges möglichst aufzuhalten, haben die britischen Sodafabrikanten sich 1890 zu einer Aktiengesellschaft *United Alkali Company limited* vereinigt, der sie ihre Fabriken übertrugen und dafür grossentheils Aktien erhielten. Die Fabriken standen 1891 mit 7 415 236 Lstr. (etwa 150 Millionen Mark) zu Buch, und da nicht alle Fabriken der Gesellschaft angehören, so darf man annehmen, dass mehr als 200 Millionen Mark in Grossbritannien auf solche Anlagen verwendet sind.

Obwohl die Umsetzung der drei von Leblanc gemischten Rohstoffe sehr einfach erscheint, steht der dabei erfolgende chemische Vorgang noch nicht fest, und es herrschen darüber verschiedene Ansichten. Nach Scheurer-Kestner's Theorie, die von Prof. Dr. Lunge für die richtigste gehalten wird, gehen im Schmelzofen die durch folgende Gleichungen ausgedrückten Umsetzungen vor sich. Zuerst entsteht im oberen Theil der im Ofen mehrere cm hoch liegenden Schicht Schwefelnatrium:

$$\underset{\substack{\text{Schwefelsaures Natron}\\ \text{Glaubersalz}}}{5\ Na_2\ SO_4} + \underset{\substack{\text{Kohlenstoff}\\ \text{Kohle}}}{10\ C} = \underset{\text{Schwefelnatrium}}{5\ Na_2\ S} + \underset{\text{Kohlensäure}}{10\ CO_2}$$

Aus dem in dieser Weise entstehenden Schwefelnatrium bildet sich nach und nach durch Umsetzung mit Kalkstein die Soda nach folgender Gleichung:

$$\underset{\text{Schwefelnatrium}}{5\ Na_2\ S} + \underset{\substack{\text{Kohlensaurer Kalk}\\ \text{Kreide}}}{5\ Ca\ CO_3} = \underset{\substack{\text{Kohlensaures Natron}\\ \text{Soda}}}{5\ Na_2\ CO_3} + \underset{\text{Schwefelcalcium}}{5\ Ca\ S}$$

Durch Bearbeitung der Masse mit dem Rührhaken werden die unteren Theile nach oben gebracht und die ganze Masse gleichmässig umgesetzt. Wenn alles Natriumsulfat zersetzt ist, und die Entwicklung von Kohlensäure nachlässt, steigt die Temperatur der Schmelze, das überschüssige Calciumkarbonat (kohlensaurer Kalk) beginnt sich zu zersetzen, und Kohlenoxydgas entweicht nach folgender Gleichung:

$$\underset{\substack{\text{Kohlensaurer Kalk}\\ \text{Calciumkarbonat}}}{2\ Ca\ CO_3} + \underset{\substack{\text{Kohlenstoff}\\ \text{Kohle}}}{2\ C} = \underset{\substack{\text{Calciumoxyd}\\ \text{Kalk}}}{2\ Ca\ O} + \underset{\text{Kohlenoxydgas}}{4\ CO}$$

Wird die Schmelze im Drehofen, anstatt, wie vorstehend beschrieben, im Flammofen ausgeführt, so wird erst Kalk und Kohle und später erst Sulfat eingefüllt, das Ergebniss ist aber dasselbe.

Die so gewonnene Rohsoda hat sehr verschiedene Zusammensetzung, nach einer von Lunge angeführten Analyse von Kolb enthielt sie:

| | | |
|---|---|---|
| Natriumkarbonat | 44,79 | Prozent |
| Natriumsilikat | 1,52 | „ |
| Natriumaluminat | 1,44 | „ |
| Natriumsulfat | 0,92 | „ |
| Natriumchlorid | 1,85 | „ |
| Aetzkalk | 9,68 | „ |
| Calciumsulfid Ca S | 29,96 | „ |
| Calciumkarbonat | 5,92 | „ |
| Eisenoxyd | 1,21 | „ |
| Kohle | 1,20 | „ |
| | 98,49 | Prozent |

Aus der geschmolzenen Masse wird die Rohsoda durch Auslaugen gewonnen. Bei diesem Auslaugen, und schon vorher durch die Berührung mit Luft, entstehen jedoch durch die Gegenwart grosser Mengen von Calciumsulfid (Schwefelcalcium Ca S) Rückbildungen in Natriumsulfid $Na_2S$ und in Natriumsulfat $NaSO_4$, welches letztere als Verlust zu betrachten ist, da es nicht alkalisch wirkt, während Natriumsulfid (Schwefelnatrium) in vielen Fällen dieselben Dienste leistet wie Natron, d. h. Natriumoxyd. Das Auslaugen muss jedenfalls so ausgeführt werden, dass diese Veränderungen auf das geringste Maass beschränkt bleiben.

Die so gewonnene Rohlauge wird eingedampft und das dabei ausscheidende ziemlich reine Natriumkarbonat ($Na_2\ CO_3 + H_2O$) von der noch sehr kaustischen Mutterlauge (Rothe Lauge) getrennt. Letztere enthält neben Aetznatron viel Schwefelnatrium, sowie die übrigen in geringerer Menge vorkommenden Verunreinigungen der Rohlauge und wird vielfach auf kaustisches Natron verarbeitet. Wo aber keine kaustische Soda gemacht werden soll, muss das ätzende Natron und Schwefelnatrium der Rohlauge durch Zuführung von Kohlensäure möglichst in Natriumkarbonat umgewandelt werden, was man „Karbonisiren“ nennt. Dies geschieht auf sehr verschiedene Art, z. B. dass man nach Gossage die Lauge in einen Thurm über Koks, oder nach Ungerer an Drahtseilen herabfliessen lässt, während ein Luftstrom von unten nach oben durchgesaugt wird, oder indem man durch einen Dampfstrahl Luft oder Kohlensäure auf den Boden eines mit Lauge gefüllten Gefässes bringt und in Vertheilung darin aufsteigen lässt. Die karbonisirte Lauge wird durch weitere Ver-

dampfung in Rohsoda verwandelt und diese in Flammöfen von allem anhängenden und Krystall-Wasser befreit und zum Glühen gebracht, d. h. kalzinirt. Bei diesem Glühen werden etwa vorhandene organische Stoffe zerstört und die Reste von Schwefelnatrium sowie schwefligsaurem Natron zu Natriumsulfat oxydirt. Enthält die Rohsoda viele kaustische Salze, mit oder ohne viel Schwefelnatrium, so kann leicht Schmelzen beim Kalziniren eintreten. Dies muss aber sorgfältig vermieden werden, indem man nur die zum Trocknen nöthige Temperatur anwendet und vom Kalziniren absieht, weil die Soda sonst fast unbrauchbar würde.

Die so hergestellte Handelssoda, kalzinirte Soda *soda ash* wird gemahlen und in Fässer gepackt. Sie soll weiss sein, wenn sie auch nicht so weiss wie raffinirte sein kann, d. h. solche, die nochmals gelöst, geklärt, eingedampft und kalzinirt ist. Letztere ist »Raffinirtes Sodasalz« *White Alkali*, während die nicht raffinirte Handelssoda als »Sekunda Soda« bezeichnet wird.

Gelbliche Färbung rührt meistens von Eisensalzen, bläuliche von mangansauerm Natrium oder Ultramarin her, die sich schon in der rohen Soda bilden, von denen aber letzteres der Rohsoda manchmal auch künstlich zugesetzt werden soll. Graue Farbe deutet auf schlechtes Karbonisiren, Kalziniren und Gegenwart von viel Aetznatron und unoxydirter Schwefelverbindungen. Gutes Sodasalz soll nur wenig schwarze oder rothe Punkte zeigen und nicht über 2 pCt. Aetznatron enthalten. Von unlöslichen Stoffen, die meist aus Calciumkarbonat, etwas Thonerde, Kieselsäure und minimalen Mengen Eisenoxyd (bei rothgelben Sorten mehr) bestehen, soll gute Handelssoda nicht mehr als 1 bis $1^1/_4$ pCt. enthalten. Frische Soda soll nicht mehr als $^1/_4$ bis $^1/_2$ und bei guter Verpackung auch nach einiger Zeit nicht über 1 pCt. Feuchtigkeit haben. Das stets in der Soda vorkommende Kochsalz und Natriumsulfat ist neutral, d. h. schadet und nützt nichts. Sehr gute Soda kann $52^1/_2$ bis 57 pCt. wirksames Natron $Na_2O$ = 90 bis 97 pCt. Natriumkarbonat $Na_2CO_3$ enthalten. Die zum Versandt am Tyne und in Glasgow dienenden Fässer von 1,015 m Höhe und 0,815 m Durchmesser fassen lose nur etwa 350 kg, nehmen aber, wenn dem Untersatz eine sanft rüttelnde Bewegung ertheilt wird, bis 750 kg auf, müssen aber dazu auch stärker gebaut sein.

Will man Krystallsoda herstellen, so löst man möglichst reine Handelssoda wieder auf und lässt langsam auskrystallisiren. Da krystallisirte Soda ihres hohen Preises und des durch Krystallwasser vermehrten Gewichts wegen bei der Zellstoff-Fabrikation keine Anwendung findet, so liegt auch keine Veranlassung vor, auf deren Herstellung hier näher einzugehen.

Kaustische, in eisernen Trommeln versandte Soda wurde, wie Seite 1119 erwähnt, anfangs nur aus der Mutterlauge gewonnen, bei wachsendem Bedarf aber stellt man sie aus den Rohlaugen her, die man zu diesem Zweck durch Zusatz von Kalk kaustisch macht. Dabei muss aber durch besondere Verfahren für Befreiung der Soda von ihren Verunreinigungen, besonders von Eisen, möglichst gesorgt werden.

Der unlösliche, aus der Rohsoda nach dem Auslaugen verbleibende Rückstand besteht, wie die Seite 1119 angeführte Analyse zeigt, überwiegend aus Calciumsulfid oder Schwefelcalcium Ca S und war für die Sodafabriken bis etwa 1891 sehr lästig. Es häuften sich Berge davon an, deren Aufstapelung grosse Kosten verursachte, die werthvolles Land bedeckten und das umgebende Erdreich durch ihre Verwitterung verseuchten. Jetzt ist es mit dem Chase'schen Verfahren gelungen,

aus diesen Rückständen den Schwefel zu gewinnen und in sehr reiner Form als Rohschwefel in den Handel zu bringen. Der so dargestellte Schwefel wird nicht nur dazu beitragen, die Sodafabrikation nach Leblanc lebensfähig zu erhalten, sondern auch verhindern, dass dieser von der Sulfitstoff-Industrie in grossen Mengen benutzte Rohstoff nicht knapp und theuer wird.

Seitdem Ammoniak-Soda (s. Seiten 206—208) in grossen Mengen und sehr rein erzeugt wird, kommt kaustische Soda bei der Zellstoff-Fabrikation nur wenig mehr in Anwendung. Es genügt daher, wenn hier erwähnt wird, dass kaustische Soda von 56 bis 68 pCt. Natron NaO enthält.

Wo überhaupt noch Leblanc-Soda bei der Zellstoff-Fabrikation benützt wird, ist es immer Handels- oder Sekunda-Soda. Da deren Werth lediglich in ihrem Gehalt an wirksamem, d. h. alkalisch wirkendem Natron (NaO und NaS) besteht, so muss man sich beim Kauf überzeugen, ob man die vereinbarte Menge auch darin hat.

**410. Untersuchung der Soda.** Die Wirksamkeit der Lauge bei Aufschliessung von Rohpflanzen hängt von ihrem Gehalt an ätzendem Natron $Na_2O$ ab. Der Werth einer Soda wird daher in erster Linie durch ihren Gehalt an solchem Natron bestimmt, welches schon ätzend ist oder sich, wie kohlensaures Natron, durch Kochen mit Aetzkalk in Aetznatron umwandeln lässt. Ausserdem ist sie um so geeigneter, je reiner sie ist, und bei dem in eisernen Trommeln versandten Aetznatron ist noch zu berücksichtigen, dass die Kosten des Kaustizirens gespart werden.

Der Gehalt an solchem wirksamen Natron $Na_2O$, $Na_2S$, $Na_2CO_3$ usw. wird allgemein durch Titriren nach dem alkalimetrischen Verfahren ermittelt, indem man der zu prüfenden Lösung Säure zusetzt, bis sie nicht mehr alkalisch reagirt, bis also blaue Lackmustinktur dauernd geröthet wird, und dann aus der Menge der verbrauchten Säure das durch dieselbe neutralisirte Natron berechnet. Die dazu verwendete Normal-Säure ist von solcher Verdünnung, dass ein ccm derselben in der Lösung der zu prüfenden, dem Atom-Gewicht des Natrons (62) entsprechend abgewogenen Soda ein Prozent Natron neutralisirt. Anweisungen für die Bereitung der Normalflüssigkeit und ihre Verwendung findet man in jedem bessern Lehrbuch für Maassanalyse.

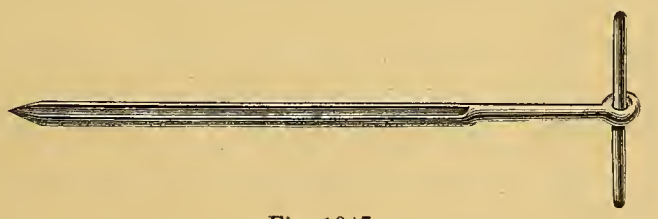


Fig. 1047.

Die Probe-Schwefelsäure verbindet sich beim Titriren zunächst mit dem Natron des Hydrats, dann mit dem des kohlensauren Natrons, des Schwefelnatriums, des schwefligsauren Natrons, des Natronaluminats und des kieselsauren Natrons; in dem erhaltenen Prozentsatze ist also das Natron aller dieser Stoffe vereinigt.

Um ein richtiges Durchschnitts-Ergebniss zu erhalten, muss man die zu prüfende Soda sorgfältig aus der Mitte des Fasses nehmen. Man bohrt zu diesem Zweck ein 30 mm weites Loch in einen der Böden, dreht ein eisernes oder stählernes Instrument von der in Fig. 1047 dargestellten Form mit schraubenförmiger Bewegung so weit als möglich in das Fass, wobei es sich aus den verschiedenen Schichten mit Soda füllt, und zieht es rasch wieder heraus. Der Probebohrer muss rostfrei und blank erhalten werden.

Wenn man, wie oben erklärt und wie die Engländer auch rechnen, die von den Franzosen Gay-Lussac'sche Grade genannten Prozente von $Na_2O$ ermitteln will, löst man, nach Lunge, am besten 6,2 g Soda, verdünnt auf 200 oder 250 ccm, pipettirt nach dem Absetzen ein Zehntel, d. i. 20 oder 25 ccm heraus und titrirt mit Normalsäure. Da die entnommene Menge (0,62 g) als reines $Na_2O$ gerade 20 ccm Säure beanspruchen würde, so zeigt jedes Hundertstel $^{20}/_{100}$ = 0,2 ccm der Säure einen Grad an. Will man genauer arbeiten, so nimmt man z. B. 40 ccm Lösung, die für jeden Grad 0,4 ccm Normalsäure beansprucht. Wenn man nach deutschen Graden, also Prozenten von Natriumkarbonat, arbeitet, so wird man dessen doppeltes Aequivalent, also 10,60 g, auflösen, welches = 200 ccm Normalsäure ist, und vielleicht ein Zehntel davon zum Titriren herauspipettiren.

Das Ergebniss dieser Prüfung besagt also nach englischer Gepflogenheit, dass die neutralisirte Probesäure den erhaltenen Prozenten von $Na_2O$ entspricht, das als Karbonat, Silikat, Aluminat, Hydrat und Sulfuret vorhanden sein kann. In diese richtige Rechnungsart hat sich ein Fehler dadurch eingeschlichen, dass man in Lancashire (Liverpool) das Aequivalent des Natrons irrthümlich zu 32 anstatt 31 und am Tyne (Newcastle) das Natriumkarbonat zu 54 anstatt 53 annimmt. Während reines Natriumkarbonat $Na_2CO_3$ nur 58,49 pCt. NaO enthält, wird es demnach mit Newcastle's Probesäure $^{32}/_{54}$ = 59,26 Grad zeigen, also 0,77 pCt. zu viel. Jede englische Gradangabe giebt also um 1,316 pCt. ihres Betrages zu viel an, z. B. 50 wirkliche Grade werden in England als $50 + 50 \times 0{,}0136 = 50{,}66$ englische Grade berechnet. In Lancashire gehen manche Chemiker sogar noch weiter und rechnen den nach wirklichem Aequivalent gefundenen Prozentzahlen $^1/_{54}$ oder $^1/_{31}$ zu, weil das „alte" Aquivalent um so viel grösser ist als das neue. Sie rechnen dann in ersterem Fall statt 53 kurzweg 54 und fügen in letzterem den richtigen 50 noch $50 + 50 \times {}^1/_{31}$ zu, d. h. nennen es 51,6 Grad.

Die Franzosen rechnen nicht nach den oben erklärten richtigen Gay-Lussac'schen Graden, sondern nach Descroizilles'schen. Diese geben an, wie viel Gewichtstheile Schwefelsäure-Monohydrat $SO_4H_2$ durch 100 Theile der geprüften Soda gesättigt werden. Da die Aequivalente von $Na_2CO_3$ und $SO_4H_2$ sich zueinander verhalten wie 53 : 49, so brauchen 100 reines Natriumkarbonat 92,45 $SO_4H_2$ zu ihrer Sättigung.

Zur Vermeidung der umständlichen Umrechnung von einer Bezeichnungsart in die andere giebt Lunge in seiner Soda-Industrie nach Pattison eine Tabelle für Gay-Lussac'sche $Na_2O$ Grade von 0,5 bis 77,5, von denen nachstehend die in Zellstoff-Fabriken vorkommenden von 30 ab wiedergegeben sind:

| Gay-Lussac's Grade $Na_2O$ | Deutsche Grade $Na_2CO_3$ | Englische Grade $Na_2O$ | Descroizilles' Grade $H_2SO_4$ | Gay-Lussac's Grade $Na_2O$ | Deutsche Grade $Na_2CO_3$ | Englische Grade $Na_2O$ | Descroizilles' Grade $H_2SO_4$ | Gay-Lussac's Grade $Na_2O$ | Deutsche Grade $Na_2CO_3$ | Englische Grade $Na_2O$ | Descroizilles' Grade $H_3SO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 30 | 51,29 | 30,39 | 47,42 | 46 | 78,66 | 46,60 | 72,71 | 62 | 106,01 | 62,82 | 98,00 |
| 30,5 | 52,14 | 30,90 | 48,21 | 46,5 | 79,51 | 47,11 | 73,50 | 62,5 | 106,86 | 63,32 | 98,79 |
| 31 | 53,00 | 31,41 | 49,00 | 47 | 80,37 | 47,62 | 74,29 | 63 | 107,72 | 63,83 | 99,58 |
| 31,5 | 53,85 | 31,91 | 49,79 | 47,5 | 81,22 | 48,12 | 75,08 | 63,5 | 108,57 | 64,33 | 100,37 |
| 32 | 54,71 | 32,42 | 50,58 | 48 | 82,07 | 48,63 | 75,87 | 64 | 109,43 | 64,84 | 101,16 |
| 32,5 | 55,56 | 32,92 | 51,37 | 48,5 | 82,93 | 49,14 | 76,66 | 64,5 | 110,28 | 65,35 | 101,95 |
| 33 | 56,42 | 33,43 | 52,16 | 49 | 83,78 | 49,64 | 77,45 | 65 | 111,14 | 65,85 | 102,74 |
| 33,5 | 57,27 | 33,94 | 52,95 | 49,5 | 84,64 | 50,15 | 78,24 | 65,5 | 111,99 | 66,36 | 103,53 |
| 34 | 58,13 | 34,44 | 53,74 | 50 | 85,48 | 50,66 | 79,03 | 66 | 112,85 | 66,87 | 104,32 |
| 34,5 | 58,98 | 34,95 | 54,53 | 50,5 | 86,34 | 51,16 | 79,82 | 66,5 | 113,70 | 67,37 | 105,11 |
| 35 | 59,84 | 35,46 | 55,32 | 51 | 87,19 | 51,67 | 80,61 | 67 | 114,56 | 67,88 | 105,90 |
| 35,5 | 60,69 | 35,96 | 56,11 | 51,5 | 88,05 | 52,18 | 81,40 | 67,5 | 115,41 | 68,39 | 106,69 |
| 36 | 61,55 | 36,47 | 56,90 | 52 | 88,90 | 52,68 | 82,19 | 68 | 116,27 | 68,89 | 107,48 |
| 36,5 | 62,40 | 36,98 | 57,69 | 52,5 | 89,76 | 53,19 | 82,98 | 68,5 | 117,12 | 69,40 | 108,27 |
| 37 | 63,26 | 37,48 | 58,48 | 53 | 90,61 | 53,70 | 83,77 | 69 | 117,88 | 69,91 | 109,06 |
| 37,5 | 64,11 | 37,99 | 59,27 | 53,5 | 91,47 | 54,20 | 84,56 | 69,5 | 118,83 | 70,41 | 109,85 |
| 38 | 64,97 | 38,50 | 60,06 | 54 | 92,32 | 54,71 | 85,35 | 70 | 119,69 | 70,92 | 110,64 |
| 38,5 | 65,82 | 39,00 | 60,85 | 54,5 | 93,18 | 55,22 | 86,14 | 70,5 | 120,53 | 71,43 | 111,43 |
| 39 | 66,68 | 39,51 | 61,64 | 55 | 94,03 | 55,72 | 86,93 | 71 | 121,39 | 71,93 | 112,23 |
| 39,5 | 67,53 | 40,02 | 62,43 | 55,5 | 94,89 | 56,23 | 87,72 | 71,5 | 122,24 | 72,44 | 113,02 |
| 40 | 68,39 | 40,52 | 63,22 | 56 | 95,74 | 56,74 | 88,52 | 72 | 123,10 | 72,95 | 113,81 |
| 40,5 | 69,24 | 41,03 | 64,01 | 56,5 | 96,60 | 57,24 | 89,31 | 72,5 | 123,95 | 73,45 | 114,60 |
| 41 | 70,10 | 41,54 | 64,81 | 57 | 97,45 | 57,75 | 90,10 | 73 | 124,81 | 73,96 | 115,39 |
| 41,5 | 70,95 | 42,04 | 65,60 | 57,5 | 98,31 | 58,26 | 90,89 | 73,5 | 125,66 | 74,47 | 116,18 |
| 42 | 71,81 | 42,55 | 66,39 | 58 | 99,16 | 58,76 | 91,68 | 74 | 126,52 | 74.97 | 116,97 |
| 42,5 | 72,66 | 43,06 | 67,18 | 58,5 | 100,02 | 59,27 | 92,47 | 74,5 | 127,37 | 75,48 | 117,76 |
| 43 | 73,52 | 43,57 | 67,97 | 59 | 100,87 | 59,77 | 93,26 | 75 | 128,23 | 75,99 | 118,55 |
| 43,5 | 74,37 | 44,07 | 68,76 | 59,5 | 101,73 | 60,28 | 94,05 | 75,5 | 129,08 | 76,49 | 119,34 |
| 44 | 75,23 | 44,58 | 69,55 | 60 | 102,58 | 60,79 | 94,84 | 76 | 129,94 | 77,00 | 120,13 |
| 44,5 | 76,08 | 45,08 | 70,34 | 60,5 | 103,44 | 61,30 | 95,63 | 76,5 | 130,79 | 77,51 | 120,92 |
| 45 | 76,94 | 45,59 | 71,13 | 61 | 104,30 | 61,80 | 96,42 | 77 | 131,65 | 78,01 | 121,71 |
| 45,5 | 77,80 | 46,10 | 71,92 | 61,5 | 105,15 | 62,31 | 97,21 | 77,5 | 132,50 | 78,52 | 122,50 |

**411. Bereitung der Aetznatronlösung.** So lange Natron mit Kohlensäure vereinigt ist, kann es keine Verbindungen mit den inkrustirenden Bestandtheilen der Pflanzenfasern eingehen, es kann sie nicht lösen oder Seifen mit ihnen bilden. Es wird dazu erst befähigt, wenn es sich in Folge des Ausscheidens der Kohlensäure mit neuen Gefährten zu verbinden sucht. Die Ueberführung sämmtlichen kohlensauren Natrons in Aetznatron ist desshalb der Hauptzweck der Bereitung der Laugen.

Die Aufgabe wird dadurch leicht lösbar, dass Kohlensäure grössere Affinität für Aetzkalk als für Aetznatron hat, und dass sie, in Folge dieser Neigung, das Natron verlässt, um sich mit Kalk zu verbinden, wenn man ihr Gelegenheit dazu giebt.

$$\underset{\text{Kohlensaures Natron.}}{Na_2CO_3} + \underset{\text{Aetzkalk.}}{CaO} + \underset{\text{Wasser.}}{H_2O} = \underset{\text{Kohlensaurer Kalk.}}{CaCO_3} + \underset{\text{Aetznatron.}}{Na_2O} + \underset{\text{Wasser.}}{H_2O}$$

Aetzkalk, d. i. Calciumoxyd, ist frisch gebrannter Kalk. Da Kalk beinahe unlöslich in Wasser ist, muss er durch fortwährendes Umrühren fein vertheilt, in der Flüssigkeit schwebend erhalten und dadurch mit den in der Lösung befindlichen Sodatheilchen in direkte Berührung gebracht werden. Die Rührbottiche mögen wie die in Figg. 141 und 142 für Chlorkalklösung angegebenen gebaut sein, nur müssen sie eiserne (Blech-) Wände und Böden haben, da Mauerwerk und Holz von Aetznatron zerstört werden.

Wollte man den gebrannten Kalk, wie er aus dem Ofen kommt, in die Rührbottiche werfen, so könnten die manchmal darin vorkommenden harten, steinigen Stücke den Rührer aufhalten und vielleicht zerbrechen. Man giebt den Kalk desshalb in einen Korb aus Eisenblech von etwa 60 bis 75 cm Durchm. oder Seite und etwa 60 cm Tiefe, welcher ringsum mit 1 cm weiten Löchern besäet, und mittels seiner Handhaben an zwei, quer über den Bottich gelegten eisernen Stangen aufgehängt ist. Der Rührer muss so niedrig sein, dass er den eingehängten Blechkorb nicht berührt, was auch vollständig genügt, da die ganze Flüssigkeit durch Aufrühren des unteren Theils in Bewegung erhalten wird. Man braucht mindestens 2 Bottiche, damit einer in Thätigkeit sein kann, während aus dem andern Lauge abgezogen wird. Dieselben sollten nach englischer Vorschrift etwa 4 bis 5000 Liter Raum bieten, werden aber für grosse Betriebe besser noch grösser genommen.

Sobald der Bottich bis etwa zur halben Höhe des Blechkorbes mit Wasser gefüllt und der Rührer in Gang gesetzt ist, wird durch ein bis auf den Boden reichendes Rohr Dampf zugelassen und der in dem Korb befindliche Kalk fortwährend erneut, bis die erforderliche Menge durch das heisse Wasser in Kalkmilch verwandelt und in der Flüssigkeit vertheilt ist. Nachdem dann die Soda eingeschüttet und die ganze Masse noch 3 bis 4 Stunden lang kochend und in Bewegung erhalten worden ist, rückt man den Rührer aus und schliesst den Dampfhahn. Nach einigen Stunden Ruhe, während welcher sich der in der Flüssigkeit vertheilte kohlensaure Kalk auf dem Boden ablagert, zieht man die Lauge, soweit man sie klar erhalten kann, durch allmäliges Niederlassen des Rohres *E* (Fig. 141) in einen Sammelbehälter ab.

Lunge sagt in seiner Soda-Industrie, dass das Kaustiziren in Lancashire gewöhnlich in liegenden, halbcylindrischen Gefässen, oft halbdurchschnittenen alten Dampfkesseln von 6 bis 9 m Länge, 1,8 bis 2 m Breite und ebensolcher Tiefe, ausgeführt wird.

Zum Aufrühren des Kalkschlamms werden häufig auch Injektoren oder Dampfstrahlpumpen benutzt, die Dampf und Luft in feiner Vertheilung durch Siebboden oder Röhren einblasen. Der Injektor braucht jedoch viel Dampf und arbeitet dadurch theurer als ein mechanischer Rührer.

Um dem im Bottich abgelagerten kohlensauern Kalk die anhängende Lauge zu entziehen, muss derselbe nochmals mit Wasser gefüllt, der Rührer in Gang gesetzt und Dampf zugelassen werden. Während man in dem einen Bottich einen solchen zweiten Auszug macht, wird im anderen eine frische Lösung bereitet, so dass stets eine schwache und eine starke Lösung im Sammelbehälter zusammen kommen. In manchen Fabriken wird der Bodensatz zwei, und sogar drei Mal in beschriebener Weise ausgewaschen und das Waschwasser zum Ansetzen frischer

Lauge benutzt, doch ist es fraglich, ob die letzten damit geretteten Spuren von Aetznatron auf diese Weise nicht zu theuer erkauft sind. Wenn man mit dem ersten Auszug, d. i. mit der zweiten Füllung, noch eine Flüssigkeit erhält, welche mehr als 1 Grad auf Beaumé's Aräometer zeigt, mag ein zweiter Auszug von Vortheil sein, andernfalls würde die damit erhaltene Soda für aufgewendete Arbeit, Triebkraft und Dampf nicht genügend entschädigen, und um so weniger, als bei ununterbrochenem Betrieb für jeden weiteren Auszug auch noch ein Rührbottich angereiht werden muss. Wenn für Wiedergewinnung des Natrons durch Eindampfen der Laugen und Waschwasser gesorgt ist, und die dünnen Waschwasser an Stelle frischen Wassers zur Dampferzeugung dienen, kann auch deren Natron noch mit Vortheil zurückgewonnen werden.

Eine neuere Art des Ausziehens der Lauge aus dem Kalkschlamm ist in Abschnitt 412 beschrieben.

Wenn die Kochkessel unmittelbar aus dem Sammelbehälter der Lauge gespeist werden, muss man in der (Abschn. 79) für Chlorkalk angegebenen Weise dafür sorgen, dass die Lauge stets von gleicher Stärke ist; wenn aber noch ein Zwischenbehälter eingeschaltet ist, kann man die Lauge in diesem durch Vermischung auf die gewünschte Stärke bringen. Die fertige Lauge soll so frisch und heiss als möglich zur Verarbeitung kommen, da sie Kohlensäure aus der Luft aufnimmt und sich abkühlt. Ein feines Häutchen von kohlensaurem Natron, welches sich an der Oberfläche bildet, scheint die Flüssigkeit gegen die Aufnahme grosser Mengen von Kohlensäure zu schützen.

Man hat gefunden, dass sehr konzentrirte Lösungen (von über 15° Beaumé) von Aetznatron dem abgesetzten kohlensauern Kalk etwas Kohlensäure entziehen und sich zum Theil wieder in kohlensaures Natron verwandeln. Da man aber selten so konzentrirte Lösungen braucht, lässt sich die Gefahr durch Anwendung von Rührbottichen vermeiden, welche gross genug sind, um mindestens 10 bis 12 Liter Wasser für jedes Kilo kohlensauern Natrons aufnehmen zu können. Braucht man sehr konzentrirte Lauge, so nehme man den ersten Auszug des Bodensatzes anstatt reinen Wassers zu der folgenden Lösung, so dass diese in der ursprünglichen Stärke zur Verwendung kommt.

Eine Lauge, die sich in einer norddeutschen Strohstoff-Fabrik bewährt hatte, wurde aus 350 kg kalzinirter Soda bereitet und mit 215 kg Kalk kaustizirt. Dieselbe enthielt 5,7 Prozent Aetznatron NaO, und man brauchte davon 2 cbm auf 800 kg Stroh.

Der Verbrauch stellte sich hiernach auf 19,33 kg kalzinirte Soda für 100 kg Stroh.

**412. Vacuum-Filter zum Aussüssen des Kalkschlamms.** Auf Seite 1124 ist gesagt, dass der Kalkschlamm mehrere Mal ausgewaschen werden muss, um das darin befindliche Natron möglichst auszuziehen. Zum Ersatz dieser unvollkommenen Arbeit haben einige Fabriken Vacuum-Filter von der in Figg. 1048 und 1049 in 1 : 30 der wahren Grösse dargestellten Art eingeführt. Die von Paschke & Kaestner in Freiberg in Sachsen gebaute Einrichtung besteht aus dem etwa 2 cbm fassenden Kessel *A*, zu dem hier ein Stück alten Dampfkessels benutzt ist. Man lässt den Kalkschlamm aus dem Kaustizirbottich oder Mischer in den oberen Theil *a* des Filters *A* fliessen, der durch ein gelochtes Blech *F* von dem

untern Theil *b* getrennt ist, worin die Luftleere hergestellt wird. Das Blech *F* wird von den Flanschen *G* und konzentrischen, sowie radialen Blechstreifen *f* mit Stützen $f^1$ getragen. Auf *F* liegt ein baumwollenes Filtertuch, welches durch ein darunter ausgebreitetes Netz aus Bindfaden verhindert wird, sich dicht auf das Blech zu legen und dadurch die Filterfläche zu vermindern. Netz und Filtertuch sind mit Zellstoffpappen gut zwischen Flanschen *G* abgedichtet. Nachdem der obere Theil *a* gefüllt ist, stellt man im untern Theil *b* eine Luftleere her, indem man Hahn *H* öffnet und durch Rohr *h* die Luftpumpe mit *b* verbindet. Durch die Arbeit der Luftpumpe soll der Druck in *b* auf etwa 40 bis 50 cm Quecksilbersäule vermindert werden. Die Atmosphäre, welche mit etwa 75 cm Quecksilbersäule auf den Kalkschlamm in *a* drückt, presst dessen flüssige Bestandtheile durch das Filter *F* in den untern Raum *b*. Um alles im Kalkschlamm enthaltene Natron auszuziehen, giesst man beständig frisches, womöglich warmes Wasser auf und sorgt dafür, dass die im Kalk entstehenden Spalten mit einem Holz zugestrichen werden.

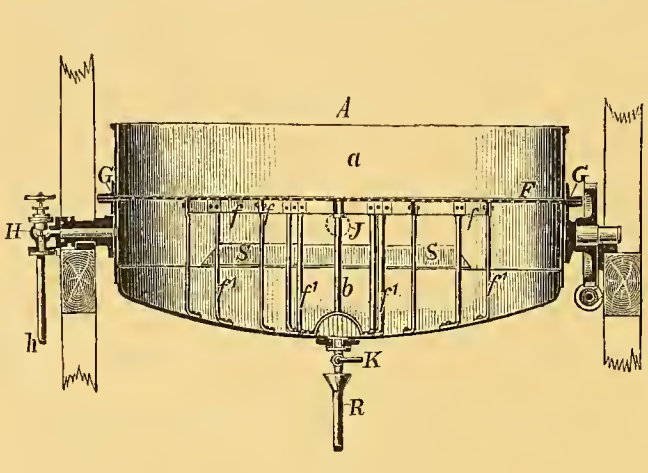



Fig. 1048.

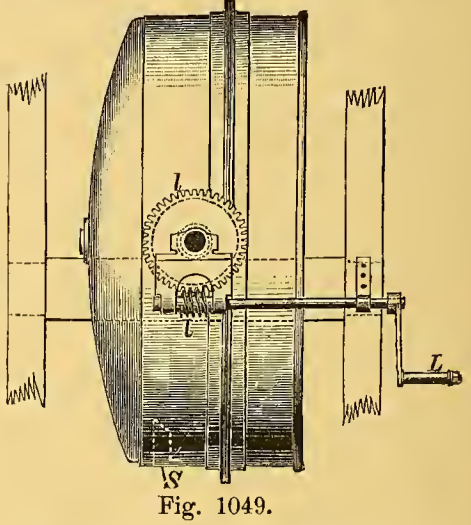



Fig. 1049.

Nach gehörigem Aussüssen saugt man den Kalk noch möglichst aus, öffnet Hahn *J*, um Luft einzulassen, und dann Hahn *K*, durch welchen die ausgezogene dünne Natron-Lauge in eine mit Trichter versehene Rohrleitung *R* fliesst, welche sie in einen Sammelbehälter führt. Von dort aus wird sie zum Auflösen frischer oder wiedergewonnener Soda benutzt. Hat man dann mit der Kurbel *L* und dem Schneckengetriebe *l* das Filter in die senkrechte, in Fig. 1049 dargestellte Lage gedreht, so fällt der Kalkschlamm grösstentheils heraus. Den Rest schaufelt man heraus und bringt das Filter durch Drehen der Kurbel *L* wieder in waagerechte Lage, um es wieder zu füllen. Das Fangblech *S* verhindert, dass der Rest von Lauge, welcher sich beim Schwenken von *A* noch im untern Theil *b* befindet, durch den Boden *F* zum ausgesüssten Kalkschlamm fliesst und verloren geht.

In Figg. 1050 und 1051 ist in 1 : 30 die Vacuumpumpe *D* dargestellt, welche die Luft aus *b* saugt. Wenn der Kolben aus seiner in Fig. 1050 gegebenen Stellung niedergeht, saugt er Luft durch Ventil *c* an und drückt die beim Aufgang angesaugte Luft durch Ventil $d^1$ weg. Wenn der Kolben aufwärts geht, saugt er durch Ventil $c^1$ und drückt durch *d*. Es wird somit beständig gesaugt.

Eine kleine Pumpe dieser Art genügt zur Bedienung zweier abwechselnd arbeitender Filter *A*, mit denen sie durch ein gemeinsames Saugrohr verbunden ist. Man kann dem Kalkschlamm mit dieser Einrichtung das Natron bis auf 2 pCt. (trocken gedacht) entziehen und braucht für jedes Filter etwa 4 Netze und 25 Tücher jährlich. Zwei Filter genügen für eine Anlage, welche täglich 3000 kg Strohstoff erzeugt.

**413. Verwendung des Kalkschlamms.** Der erschöpfte Bodensatz von kohlensaurem Kalk wurde in der Anfangszeit der Zellstoff-Fabrikation gewöhnlich in den Untergraben abgelassen. Die dadurch hervorgerufene Verunreinigung der Wasserläufe rief dann vielfache Versuche zur Verwendung dieses Kalks hervor. Die nächstliegende und zweckmässigste Art seiner Wiederverwendung dürfte wohl darin bestehen, dass man ihn zuerst so weit als möglich an der Luft trocknen lässt und dann wieder zu Aetzkalk brennt, wie *Muspratt* in einer Besprechung der Seifenfabrikation in folgenden (übersetzten) Sätzen empfiehlt:

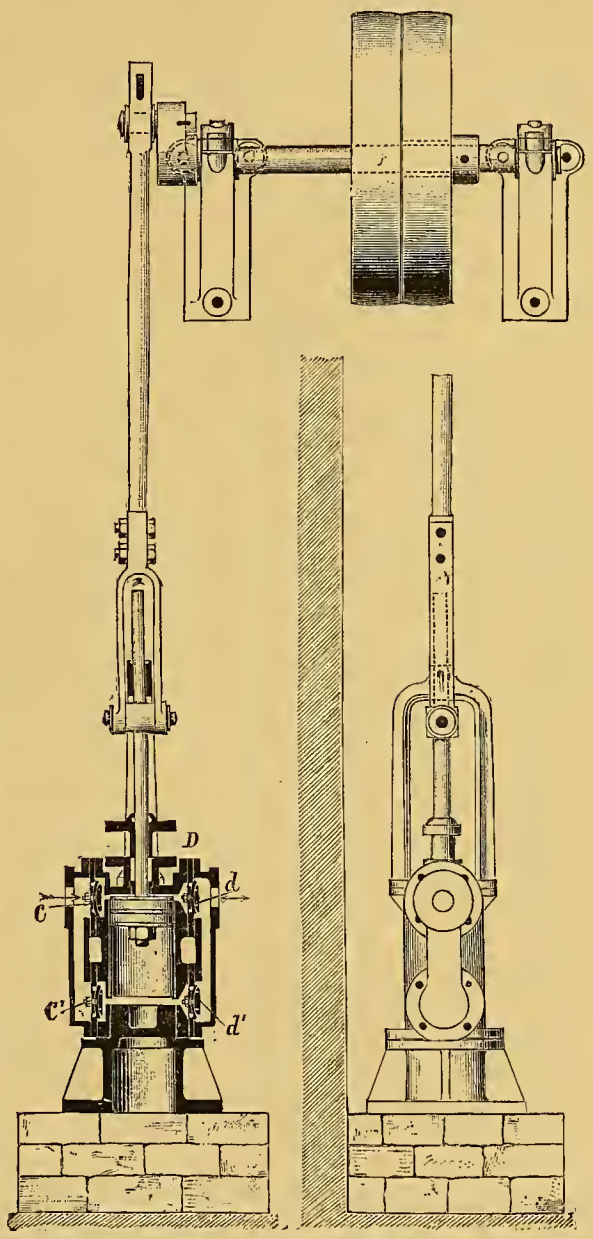



Fig. 1050. Fig. 1051.

Bei Besprechung der Lauge-Bereitung sollte nicht unerwähnt bleiben, dass ein Theil der Soda beim Kaustiziren mit Kalk eine sehr schwer lösliche Verbindung damit einzugehen scheint. Herr Kynaston, ein Schüler des Verfassers (Muspratt) fand kürzlich bei der Untersuchung des Kalkrückstandes, dass er nach gründlichem Waschen noch 5—6 pCt. Soda enthielt. Wenn der zuerst getrocknete Rückstand zu einer Temperatur erhitzt wird, welche nicht genügt, um die Kohlensäure auszutreiben, und wenn er nach erfolgter Abkühlung wieder mit Wasser durchnässt wird, kann das Aetznatron leicht ausgezogen, und der Rückstand völlig davon befreit werden. Mit Berücksichtigung dieser Thatsachen ist der Verf. der Meinung, dass es sich für den Seifenfabrikanten wohl bezahlen würde, die Kalkrückstände zu sammeln und sie, nach gründlicher Trocknung an der Luft, so weit zu erhitzen, dass die Kohlensäure ausgetrieben wird. Der jetzt wieder ätzend gewordene Kalk kann mit Vortheil bei der Bereitung frischer Lauge verwendet werden, und das Verfahren mag wiederholt werden, bis der Rückstand zu sehr mit Verunreinigungen beladen ist und durch frischen Kalk ersetzt werden muss.

Nach Lunge ist jedoch das Brennen und Wiederverwenden des Kalkschlamms stets misslungen, theils weil der Kalk theurer als der aus gekauftem Kalkstein

wurde, theils weil der Schlamm beim Trocknen in feines Pulver zerfiel und das Brennen ganz hinderte.

Der entwässerte Kalkschlamm sammelt sich in vielen Fällen zu ungeheuren Mengen an, bedeckt werthvollen Raum, und seine Beseitigung verursacht grosse Kosten. Es sind desshalb allerwärts Versuche zu dessen Verwerthung gemacht worden.

Man hat im Verein mit Kohlenasche Presssteine daraus hergestellt. Rheinische Arbeiter, die deren Fabrikation gut kennen, vermögen gute Steine daraus anzufertigen. Leider verursacht das Trocknen jedoch grosse Schwierigkeiten. Die Kalkrückstände lassen das Wasser nur sehr schwer fahren, und es wird schwer, solche Steine abzusetzen.

Es giebt auch einige Eisenwerke, welche solche Schlammrückstände gut vereint mit Hochofenschlacke zu Bausteinen verarbeiten können, doch auch hier bietet die grosse Feuchtigkeit der Schlammrückstände als frachtvertheuerndes Moment bei weitem Versandt Hindernisse.

Die beste Verwerthung ist desshalb die als Dünger. Aber auch als solcher ist der Kalkschlamm nur für schweren Boden und nach längerem Lagern verwendbar. Ein sehr tüchtiger Landwirth theilte folgende damit gemachte Erfahrung mit:

Die von der Strohstoff-Fabrik Wertheim bei Hameln bezogenen frischen Kalkabfälle habe ich, ehe ich sie in meiner Wirthschaft verwendete, in Hildesheim von der Versuchsstation untersuchen lassen, und diese Untersuchung ergab, dass die Abfälle

50 pCt. Wasser und 22,1 pCt. Kalk

enthielten, ausserdem waren Mengen Eisenoxydul darin enthalten. Die Annahme, dass jene Abfälle 50 pCt. Wasser enthalten, trifft jedoch nur zu, wenn dieselben einige Zeit der Luft ausgesetzt gelegen haben, werden sie frisch abgefahren, in dem Zustande, wie sie aus der Fabrik auf den Hof gekarrt werden, so ist der Wassergehalt bedeutend grösser.

Ferner ist es nothwendig, die Masse längere Zeit der Luft auszusetzen, damit die Nachtheile, welche das Eisenoxydul für die Pflanze hat, beseitigt werden. Man muss also entweder die Kalkabfälle in langen Bänken an den Wegen entlang abladen und dann, wenn sie ausgetrocknet sind, wieder aufladen, auf den Acker fahren und gleich hinter den Wagen streuen lassen, oder man fährt sie bei Frostwetter direkt auf das Land und lässt sie gleich hinter den Wagen streuen und so den Winter hindurch liegen.

Es muss entschieden davor gewarnt werden, die Abfälle in Haufen, klein oder gross, auf dem Acker liegen zu lassen, da auf solcher Lagerstelle jahrelang nichts, selbst kein Unkraut, wächst. Streut man jedoch die Abfälle sofort und lässt dieselben längere Zeit gestreut liegen, so sind die mit jenen Abfällen erzielten Erfolge sehr zufriedenstellend.

Früher bezahlte ich für jedes Fuder 1 M. 50 Pf., und ein solches Fuder enthielt mindestens 50 Centner, mithin im Durchschnitt etwa 10 Centner trockenen Kalk. Ferner verwandte ich auf den Hannover'schen Morgen = 26 Ar $3^1/_2$ Fuder Abfälle, mithin betrug die Kalkung etwa 35 Centner Kalk auf den Morgen.

Ich habe nun jene Abfälle vorzugsweise direkt zu Zuckerrüben verwandt, welche ich hier in dritter Gaile baue. Die Flächen werden hierzu im Herbst meistens mit dem Dampfpfluge auf etwa 13 Zoll = 35 cm Tiefe gepflügt, und diese Acker habe ich dann im Winter mit jenen Abfällen überfahren lassen, oder, wenn dies wegen Schnee und Thauwetter nicht ausführbar war, so wurde der Kalk vor der Bestellung von den Lagerstellen auf das Land gefahren und dann flach untergepflügt; nur wenn der Kalk zu klumpig war, liess ich vor dem Unterpflügen das Land überwalzen.

Dass Kalk den Früchten, namentlich der Zuckerrübe, sehr zusagt, ist eine bekannte Sache, und dass ich durch die Wertheimer Kalkabfälle meine Ernte-Erträgnisse sehr gesteigert habe, steht fest. Dass starkes Kalken viel Geld und Mühe kostet, lässt sich nicht leugnen, bei den Wertheimer Kalkabfällen spart man aber, da die Abfälle weniger kosten als frischer Kalk.

*Ohr* bei Hameln a. W., 15. Mai 1891.

Landschaftsrath Freiherr *von Hake.*

Auch nach dieser Erfahrung ist es nothwendig, die Kalkrückstände in dünner Schicht längere Zeit an der Luft liegen und dadurch austrocknen zu lassen, ehe man sie den Landleuten giebt.

Die mehrere Jahre im Freien gelagerten Kalkschlammrückstände der Laugenküche einer Strohzellstoff-Fabrik, welche mit wiedergewonnener Soda ohne Sulfatzusatz arbeitete, hatten folgende Zusammensetzung:

| | | |
|---|---|---|
| Feuchtigkeit | 47,07 | pCt. |
| chemisch gebundenes Wasser | 1,42 | „ |
| org. Substanz | 2,60 | „ |
| darin 0,08 pCt. Stickstoff | | |
| Kieselsäure | 3,96 | „ |
| Thonerde | 0,50 | „ |
| Eisenoxyd | 0,16 | „ |
| Kalk | 26,24 | „ |
| Magnesia | 0,40 | „ |
| Kali | 0,11 | „ |
| Natron | 0,48 | „ |
| Kohlensäure | 16,60 | „ |
| Schwefelsäure | 0,18 | „ |
| Phosphorsäure | 0,09 | „ |
| | 99,81 | pCt. |

C. Hennefeld berichtete in Nr. 7, Jahrg. 1893 der Papier-Zeitung, dass Kalkschlamm, der sich in einer Holzzellstoff-Fabrik aus der Bereitung von Lauge aus wiedergewonnenem Salz und Sulfat ergab, nach dreivierteljährigem Lagern 37 pCt. Feuchtigkeit und 63 pCt. trockene Masse aufwies.

100 g trockene Rückstände enthielten

| | | |
|---|---|---|
| in Säure unlösliche Stoffe | 3,64 | pCt. |
| Kohlensauren Kalk | 88,90 | „ |
| Magnesia | 0,42 | „ |
| Kali | 0,47 | „ |
| Phosphorsauren Kalk | 0,60 | „ |
| davon 22 pCt. Phosphor. | | |
| Natron | 0,38 | „ |
| Eisenoxyd | 2,08 | „ |
| Verunreinigungen, Sand usw. | 3,51 | „ |
| | 100,00 | pCt. |

In der Danziger Holzzellstoff-Fabrik liess man 1883 den zweimal durch Kochen im Mischer ausgelaugten Kalkschlamm auf den Fabrikhof abwechselnd in 2 grosse elliptische Teiche laufen, deren Wände aus feiner Kohlenschlacke bestanden. Die Flüssigkeit sickerte durch die Wände in eine Rinne, welche tief am Boden ringsum lief, um von dort in einen bei den Mischern belegenen Behälter zu fliessen und dann wieder zur Kaustizirung verwendet zu werden.

In manchen Fabriken wird der Kalkschlamm auf Kiesfiltern von der zum Reinigen von Wasser dienenden Art entwässert. Hennefeld berichtet, dass, so lange die Natronzellstoff-Fabrik in Aschaffenburg bestand, eines der grössten Güter Unterfrankens wohl zwei Drittel der auf solche Art entwässerten Kalk-Rückstände bezog. In den ersten Jahren wurde der Kalk ausgestreut wie oben angegeben; dann wurde das Verfahren geändert; man mischte den Kalk mit Waldstreu, Rasen usw. und setzte diese Mischung in ungeheuer grosse Haufen, die äusserlich fest mit Erde oder Rasen gedeckt waren. Diese Haufen blieben ein Jahr stehen,

ehe man sie als Dünger benützte. Der erste Inspektor des Gutes versicherte mehrmals, dass er mit diesem Dünger die schlechtesten Felder zum Ertrag gezwungen habe.

**414. Kalkbedarf und Prüfung der Lauge.** Ueber die Beschaffenheit des Kalks und die Art seiner Aufbewahrung sind in Abschnitt 32 Angaben gemacht.

In der Praxis unterscheidet man »fetten und mageren« Kalk. Kalkstein mit weniger als 10 pCt. Thonstoffen liefert fetten, solcher mit mehr als 10 pCt. mageren Kalk. 1 ccm fetter Kalk giebt 2—3 ccm steifen Kalkbrei und 1 ccm magerer nur 1—2 ccm Kalkbrei.

Kalkbrei aus fettem Kalk ist fein, weich und sehr raumfüllend, aus magerem Kalk gröber, sandiger, meist dunkler und viel dichter. Da fetter Kalk eine sehr grosse Menge Brei liefert, so hält er auch eine seinem grösseren Umfang entsprechende grössere Menge des damit kaustizirten Natrons fest, es geht also durch denselben mehr Natron verloren. Obwohl magerer Kalk viel mehr fremde Stoffe enthält, also unreiner ist, erscheint er aus diesem Grunde zweckmässiger zum Kaustiziren und hat sich auch so erwiesen. In einigen Fabriken wurden durch Anwendung von magerem anstatt fetten Kalks erhebliche Ersparnisse und zweckmässigere Fabrikation erzielt.

Ueberhaupt ist die Beschaffenheit des Kalks wichtiger als gewöhnlich angenommen wird, und der Fabrikant sollte die verfügbaren Sorten eingehend durch versuchsweise Verwendung prüfen.

Die theoretische Menge reinen Aetzkalks, welche nöthig wäre, um 100 kg Soda von 48 pCt. zu kaustiziren, beträgt nur 43 kg. Unser Kalk ist aber weder rein noch völlig kaustisch, d. i. frei von Kohlensäure, und da es überdies vortheilhafter ist, einen Ueberschuss von Kalk anzuwenden, als einen Theil der Kohlensäure bei dem Natron der Soda zu belassen, so werden in der Praxis von 60 bis mehr als 100 kg Kalk, sehr häufig kg für kg, auf 100 kg Soda genommen.

Da der Kalkstein in demselben Ofen nicht immer gleichartig gebrannt wird, und der gebrannte Kalk in Folge längerer oder kürzerer Lagerung mehr oder weniger Kohlensäure aus der Luft aufgenommen haben mag, muss die in einer bestimmten Gewichtsmenge Kalk enthaltene Menge Aetzkalk CaO sehr verschieden sein. Man muss also entweder einen grossen Ueberschuss von Kalk anwenden oder Gefahr laufen, Natron dadurch zu vergeuden, dass es nicht von Kohlensäure befreit wird, wenn man sich nicht der Mühe unterziehen will, jede frische Natronlösung auf ihre Kaustizität zu prüfen. Dies geschieht am einfachsten dadurch, dass man eine Probe der Lösung filtrirt und ein paar Tropfen der filtrirten Flüssigkeit in ein mit Schwefelsäure gefülltes Glas fallen lässt. Wenn die Lauge noch Kohlensäure enthält, wird sie von der Schwefelsäure ausgetrieben und entweicht. Sieht man also keine Gasblasen aus der Schwefelsäure aufsteigen, so ist die Lösung ganz kaustisch, zeigt sich aber noch ein Aufschäumen, so muss man mehr Kalk zur Bereitung der Lauge verwenden. Das Filtriren der Lauge ist nothwendig, damit in der Probeflüssigkeit kein kohlensaurer Kalk bleiben kann, dessen kleinste, kaum sichtbare Menge eine Entwicklung von Kohlensäure zur Folge haben müsste. Man darf auch nicht Schwefelsäure in die Lauge tropfen lassen, weil sie nicht zur Austreibung der etwa vorhandenen Kohlensäure schreitet,

so lange sich noch der Vereinigung bedürftiges Aetznatron in der Flüssigkeit befindet. Da man also genug Schwefelsäure nehmen muss, um alles in der Probeflüssigkeit befindliche Aetznatron zu sättigen, so ist es geboten, die Probeflüssigkeit, nicht aber die Schwefelsäure, tropfenweise anzuwenden. Diese Prüfung kann von einem Arbeiter gemacht werden und sollte bei jeder frischen Lösung zur Ausführung kommen. Sie würde nicht nur Verluste verhüten, sondern auch über die Güte der angewandten Kalkarten, sowie über die ganze Laugebereitung belehrende Aufschlüsse geben.

**415. Verwendung von Aetznatron.** Bereitet man die Natronlösungen aus dem in Blechcylindern versandten Aetznatron, so hat man nur nöthig, es in Wasser zu lösen, erspart also die Anlage von Rührbottichen und Sammelbehältern sowie die damit vorzunehmenden Verrichtungen. Wenn man aber auch diese Ersparnisse in Rechnung bringt, stellt sich doch jedes aus Aetznatron (*caustic soda*) erhaltene Pfund Natron wesentlich theurer als das aus kalzinirter Soda gewonnene, weshalb man in Amerika ausschliesslich, und auf dem europäischen Festlande beinahe allgemein kalzinirte Soda und seit einigen Jahren Ammoniak-Soda zur Herstellung der Aetznatronlaugen verwendet. Um so auffallender muss es erscheinen, dass die grosse Mehrzahl der schottischen und englischen Fabrikanten, auch der chemisch gebildeten, fertiges Aetznatron zum Kochen von Stroh, Holz und Esparto vorzieht. In einigen Fällen erklärt es sich dadurch, dass die Fabriken sich nur schwierig ihrer Abgänge entledigen können, und durch Anwendung des fertigen Aetznatrons die Kalkrückstände zu vermeiden wünschen. In den meisten grössern Fabriken wird jedoch das Natron durch Abdampfen der benützten Lauge als kohlensaures Natron wiedergewonnen und mit Hilfe von Rührbottichen unter Anwendung von Kalk wieder in Aetznatron verwandelt. Aber auch in solchen englischen Fabriken, wo man mit den Einrichtungen zum Kaustiziren versehen ist, auch mit der Beseitigung der Abgänge keine Schwierigkeiten hat, und wo man sich leicht von dem Werthe der verschiedenen Soda-Arten durch ihre Verarbeitung überzeugen kann, wollen die Besitzer ihre Rechnung bei der Verwendung fertigen Aetznatrons finden. Wenn diese Fabrikanten Recht haben, muss das fertige Aetznatron Vortheile bieten, welche noch nicht theoretisch ermittelt sind und sich desshalb der Berechnung entziehen. Verf. hat sich bemüht, durch Besprechung mit Fabrikanten und Chemikern zu erfahren, worin diese Vortheile bestehen. Man scheint jedoch nur die Thatsache zu kennen, dass der Natronwerth eines Aetznatrons von 60 pCt. sich zu dem einer kalzinirten Soda von 48 pCt. nicht wie 60 zu 48, sondern etwa wie 66 zu 48 verhalte, und dass ein Theil des Natrons mit dem zum Kaustiziren verwendeten Kalk Verbindungen eingeht und dadurch der Lauge entzogen wird. Fabriken, welche Soda fabriziren, haben auch den Vortheil, dass sie den vom Kaustiziren stammenden Kalkschlamm unter Vacuum auswaschen und zum Sodaschmelzen verwenden, während er in den Papierfabriken nicht nur werthlos, sondern lästig ist.

**416. Bauart und Bewegung der Strohkocher.** Viele Strohkocher bestehen aus waagerechten cylindrischen Drehkesseln, deren Inhalt entweder durch offenes Feuer von aussen, durch eingeleiteten Dampf oder mit in Mänteln oder Röhren eingeschlossenem Dampf erhitzt wird. Bei Anwendung von direktem Feuer bleiben häufig Strohtheile an den Wänden hängen und werden durch die

andauernde Einwirkung der grossen Hitze des Blechs verkohlt; die aus dieser Quelle stammenden Schäden werden manchmal noch durch Störungen im Triebwerk, welche Stillstand des Kessels zur Folge haben, vergrössert. Direktes Feuer nützt auch den Kessel stärker ab als Dampfheizung und vermehrt die Möglichkeit einer Explosion.

Mellier verwirft schon in seiner Patentbeschreibung, aus dort angeführten Gründen, direktes Einleiten von Dampf. Es ist theoretisch viel wünschenswerther, dass die Stärke der Lauge mit dem Fortgang der Kochung wachse und dadurch mehr befähigt werde, diejenigen Inkrusten aufzulösen, welche bis dahin der Einwirkung der Lauge widerstanden hatten, als dass sie durch verdichteten Dampf mehr und mehr geschwächt werde. Verf. hat auch die Erfahrung gemacht, dass beim Kochen mit direkt eingeleitetem Dampf unter sonst gleichen Umständen und in demselben Kessel mehr Natron angewendet werden musste, als beim Kochen mit Feuer, welches auf einem Rost unter einem Ende des Kessels unterhalten wurde und den grössten Theil des Kessels innerhalb eines gemauerten Gewölbes mit heissen Gasen einhüllte. Dieser Anschauung und Erfahrung steht die Thatsache gegenüber, dass bei mehreren der bewährtesten Verfahren zur Fabrikation von Strohstoff mit direktem Einleiten von Dampf gekocht wird. Diese Thatsache schliesst jedoch die Möglicheit einer Verbesserung der erwähnten Kochverfahren nicht aus, welche vielleicht zu erzielen wäre, wenn es gelänge, einen Kessel zu bauen, welcher mit allen Vortheilen des jetzigen Verfahrens die indirekte Heizung mit Dampf vereinigte.

Herr Orioli in Pontcharra, Dep. Isère, besass das französische Erfindungspatent für die Konstruktion eines waagerechten cylindrischen, mit Dampfmantel versehenen Drehkessels, welchen er zum Kochen von Stroh benützte. Doppelkessel dieser Art sind jedoch sehr theuer und haben den Nachtheil, dass sich Ausbesserungen der Kesselwände nur schwierig ausführen lassen. Der in Figg. 61 und 62 dargestellte Debié'sche Lumpenkocher hat keinen Mantel, erfüllt aber doch alle Bedingungen, welche an eine zweckmässige indirekte Heizung gestellt werden können, und würde sich in mancher Hinsicht zum Strohkochen gut eignen. Es müsste jedoch dafür gesorgt werden, dass sich weder an den Heizröhren noch sonstwo Strohfasern festsetzen können, weil dieselben nach und nach verkohlen und den Stoff verunreinigen würden. Ob dies möglich ist, würde sich nur durch Erfahrung feststellen lassen.

Ein waagerechter cylindrischer Drehkessel von etwa 5 m Länge und 180 cm Durchmesser hält von 1100 bis 1400 kg dicht eingepacktes, kurz gehäckseltes Stroh. Eine solche Menge geht jedoch nur hinein, wenn das Stroh beim Eintritt durch das Mannloch von innerhalb befindlichen, kräftigen Männern weggepackt wird. Entweder muss der Kessel vollständig abgekühlt werden, ehe er eine frische Ladung erhält, oder das Einpacken des Strohs wird, besonders an heissen Sommertagen, zu einer beinahe unerträglichen Qual für die im Innern arbeitenden Leute. Da der Kessel behufs vortheilhafter Kochung dicht gepackt werden muss, so sind diese Unannehmlichkeiten bei waagerechten Drehcylindern nicht zu vermeiden und lassen die Anwendung einer anderen Form wünschenswerth erscheinen.

Als solche bietet sich zunächst der um senkrecht zur Axe stehende Zapfen drehbare Cylinder, welcher von oben aus ohne Mühe gefüllt und ebenso leicht entleert werden kann. In mehreren der grössten englischen Strohstofffabriken werden Kessel dieser Form angewandt, deren Inneres durch eine senkrecht oder schief zur Cylinderaxe stehende durchlöcherte Platte in zwei Hälften getheilt ist. Da jede dieser Hälften besonders gefüllt und entleert werden muss, sind die Cylinder an beiden Enden mit abnehmbaren Deckeln versehen. Die Lauge wird während des Einfüllens von Stroh durch die hohlen Zapfen zugelassen, und in gleicher Weise tritt auch der Dampf ein. Dieser Kessel hat den Vortheil, dass das Stroh beim Kochen fortwährend mit anderen Theilen der Lauge in Berührung kommt, da die Hälfte des Cylinders, welche sich bei der Drehung im oberen Halbkreis befindet, von der Lauge verlassen wird, dagegen hat er den Nachtheil, dass er zwei Mannlöcher braucht, die bei jeder Entleerung geöffnet und geschlossen werden müssen.

Solche Kocher, in denen das Stroh beständig umgestürzt wird, bedürfen eines sehr kräftig gebauten Antriebs, um die unregelmässige Inanspruchnahme zu ertragen. Sie werden stets so hoch aufgestellt, dass sie ihren Inhalt in auf Schienen laufende eiserne Wagen ausleeren können.

Die Kugelform bietet dieselben Vortheile des leichten Füllens und Entleerens wie der senkrechte Cylinder und hat diesem gegenüber noch den Vorzug, dass sie bei gleichem Inhalt die geringste Oberfläche besitzt und bei gleichem Durchmesser (von dem bei der beschränkten Länge des senkrechten Drehcylinders auch der Inhalt abhängt) geringerer Blechstärke bedarf.

In wenigen Fabriken nur sind die Strohkessel mit Mänteln versehen, durch welche sie gegen Abkühlung geschützt werden; auch da nicht, wo man auf jede andere Weise Dampf zu ersparen sucht. Diejenigen Fabrikanten, welche ihre Kocher mit Umhüllungen von der Seite 87 beschriebenen oder anderer Art bedeckt haben, erzielen damit eine wesentliche Brennstoff-Ersparniss.

Man hat gefunden, dass Stroh von der durch die Drehung veranlassten Reibung unter sich und an den Kesselwänden viel heftiger angegriffen wird als Hadern, und dass der Verlust vieler feiner Fasern bei den nachfolgenden Verrichtungen des Waschens und Bleichens auf diese Ursache zurückgeführt werden kann. Schlimmer noch als diese Reibung ist die Bildung von Faser-Kugeln durch die rollende Bewegung. Die feinen Strohfasern rollen sich nämlich zu Kugeln, deren Inneres sich der Einwirkung der Lauge mehr oder weniger entzieht. Mitnehmer-Bleche, welche zur Beseitigung dieses Uebelstandes an der innern Kocherwand angebracht wurden, gaben dem Stroh Gelegenheit, sich in dessen Winkeln festzusetzen, wo es nach und nach verkohlte und den Stoff verunreinigte. Besser sollen quer durch den Kocher befestigte Eisenstangen wirken, auf welche das zusammengeballte und vom Kocher nach oben mitgenommene Stroh fällt und sich auf denselben zerschlägt.

Es ist rathsam, dem Kocher eine Bewegung zu ertheilen, welche eben genügt, um die Oberflächen des Strohes häufig genug mit wechselnden Theilen der Lauge in Berührung zu bringen. In der Regel geschieht dies schon bei einer Umdrehung in der Minute, und sogar mit noch langsamerer Bewegung. Aus den Seite 90 für Hadernkocher angegebenen Gründen ist auch hier der Antrieb durch Schraubenräder dem durch Zahnräder vorzuziehen, und überhaupt finden viele der

dort aufgestellten Vorschriften für den Bau von Hadernkesseln auch auf Strohkocher Anwendung.

Die durch Drehung veranlassten Schäden würden am gründlichsten durch Anwendung stehender Kessel vermieden. Wie wir bei der weiterhin folgenden Beschreibung einzelner Verfahren sehen werden, finden solche Kessel auch in einzelnen Fällen Anwendung. Sie bewähren sich jedoch nur, wo es gelingt, sämmtliches Stroh fortwährend mit wechselnden Theilen der Lauge in Berührung zu bringen, d. h. einen guten Umlauf der Lauge herzustellen. So sollen z. B. die Seite 64 beschriebenen, von Herren John Meiklejon jr. erbauten Kocher bei einer grösseren Anzahl von Herren Alex. Cowan & Co. bei Edinburgh ausgeführten Kochungen mit der gewöhnlich in Drehkesseln angewandten Menge Natron sehr guten Strohstoff geliefert haben. In diesen Kesseln wird mit geringer Dampfspannung gekocht, und somit ist die Explosionsgefahr beinahe ausgeschlossen.

Stehende Kocher haben trotzdem in Strohstoff-Fabriken keine Verbreitung erlangt, weil die feinen dicht zusammen liegenden Strohfasern der Lauge und dem Dampf nur schwer und ungleichen Durchgang gestatten.

**417. Kochen in Drehkesseln.** Welche Form der Kocher auch haben mag, das Stroh wird darin stets in einer Weise behandelt, welche in den meisten Fabriken nur wenig oder garnicht von den Mellier'schen Vorschriften abweicht.

Da das für eine Ladung festgesetzte Gewicht jedesmal genau abgewogen werden muss, findet man es in vielen englischen Fabriken zweckmässig, sämmtliches gehäckselte Stroh in Säcke zu füllen, welche genau hundert Pfund halten, so dass man beim Einpacken nur eine bestimmte Zahl solcher Säcke zu nehmen hat. Die Lauge, welche durch einen der hohlen Drehzapfen zufliesst, wird bei senkrechten Cylindern und Kugelkesseln gleichzeitig mit dem Stroh eingelassen, wodurch sich schon nach kurzem Zusammensein dessen Elastizität so weit vermindert, dass es in einem viel kleineren Raum als in trockenem Zustande Platz findet. Wo das Stroh von Hand eingepackt werden muss, wie bei waagerechten Cylindern, wird die Lauge nothwendiger Weise erst nach Einfüllung des Häcksels zugelassen; lässt man den Kessel dann mit geschlossenem Mannloch einige Umdrehungen machen, so drängt sich das Stroh so sehr zusammen, dass man eine erhebliche Menge nachfüllen kann, was auch vielfach geschieht.

Je nach der Güte des darzustellenden Strohstoffes, je nach der angewandten Kochzeit und Temperatur und nach dem mehr oder weniger vollkommenen Umlauf der Lauge braucht man auf 100 Pfund Häcksel eine Menge Soda, welche von 10 bis 15 Pfund wasserfreies Natron ($Na_2O$) enthält. Versucht man, ohne die Zersetzung des Strohes durch eine frühere Behandlung vorbereitet zu haben, mit weniger Alkali zu kochen, so werden die Inkrusten nicht völlig gelöst, und man muss, um weissen Stoff zu erhalten, gewöhnlich für vermehrte Mengen Chlorkalk aufwenden, was an Soda erspart wurde.

Die Anwendung einer übergrossen Menge von Bleichkalk hat aber auch den Uebelstand im Gefolge, dass die Fasern dadurch eine Umwandlung erleiden und hartes brüchiges Papier ergeben. In einer grossen englischen Fabrik braucht man in senkrechten cylindrischen Drehkesseln, bei drei Stunden lang unterhaltenem Ueberdruck von 4 Atmosphären, auf 100 Pfund Weizenstroh 17—19 Pfund Aetznatron *caustic soda* von 60 pCt. und auf dieselbe Menge Haferstroh

nur 15 Pfund. Verf. verwendete in waagerechten cylindrischen Drehkesseln bei 3 bis 4 Atmosph. Ueberdruck 25 bis 30 Pfund kalzinirte Soda von 48 pCt. auf 100 Pfund Weizen- oder Roggenstroh.

Ehe man behufs der Entleerung das Mannloch öffnen kann, muss der Dampf abgelassen werden, was gewöhnlich auf eine der für Hadernkessel angegebenen Weisen geschieht. Nebeneinanderliegende Kessel von der in Figg. 57 und 58 dargestellten oder ähnlicher Bauart werden manchmal in solcher Weise verbunden, dass der durch $AA^1$ abgeblasene Dampf in einen frisch gefüllten Kessel strömt und dort zum Anheizen dient. Das Abblasen des einen und das Kochen des andern Kessels wird dadurch etwas verzögert; wo aber ungeachtet solcher Verzögerung genug Strohstoff erzeugt werden kann, ist die Einrichtung der damit erzielten Dampfersparniss wegen zu empfehlen. Wo dies nicht ausführbar ist, empfiehlt es sich, den abgeblasenen Dampf zum Wärmen von Wasser zu benützen, welches zum Ansetzen von Lauge oder zum Waschen des gekochten Strohs dient.

Wenn das Ausblasen der Lauge unter starkem Druck schon bei Hadern bedenklich ist, giebt es bei Stroh, dessen feiner Fasern wegen, in noch höherem Grade zu der Befürchtung Anlass, dass dadurch viel Stoff verloren gehen könne. Das Stroh wird beim Kochen in Drehkesseln so vollständig zerlegt, dass sich die ursprüngliche Gestalt nicht mehr erkennen lässt, und man sollte deshalb die Lauge nie anders als durch natürliches Abtropfen, ohne Druck, daraus entfernen. Dass nur die durch Bewegung hervorgerufene Reibung das Zerfallen des Strohes verursacht, erhellt aus dem Umstande, dass es beim Kochen in stehenden Kesseln seine ursprüngliche Form beibehält. Man kann deshalb auch aus der Form des Strohstoffes nicht entnehmen, ob das Kochen gelungen ist oder nicht. Will man den Strohstoff rasch, ohne genaue Untersuchung, prüfen, so nehme man so viel davon in die hohle Hand, als man erfassen kann, und presse ihn nach allen Richtungen; fühlt er sich dabei durchaus weich an, so ist er gut gekocht, zeigt er aber noch harte, stechende Theile, welche wahrscheinlich von unzersetzten kieselsauren Verbindungen herrühren, so ist er schlecht gekocht.

Das Stroh soll möglichst in Faserbündeln und nicht in einzelnen Fäserchen aus dem Kocher kommen, darf also in diesem keine starke Reibung erfahren, weil es sich in Faserbündeln besser und rascher reinigen, d. h. von Verunreinigungen und Inkrusten befreien lässt. Solange kein hoher Dampfdruck im Kocher herrscht, wird das Stroh darin hin und her poltern, soweit es der Raum gestattet, und um dies möglichst zu verhindern, muss der Kocher mit Stroh dicht voll gepackt sein. Wenn im Innern hoher Dampfdruck herrscht, drängt dieser das Stroh gegen die Wände und verhindert das Rollen und Stürzen. Nach Ablasen des Dampfes löst sich das Stroh, da es durch Einwirkung der Lauge geschmeidig geworden ist, leichter in Einzelfasern auf. Dann ist aber auch der Kocher durch den eingeführten und verdichteten Dampf sehr voll und bietet wenig Raum zum Rollen und Stürzen. Bei einer Reihe von Kochungen, welche W. Schacht in Wertheim bei Hameln zur Ermittelung der günstigsten Arbeitsweise anstellte, kamen auf 800 kg Stroh 1,9 bis 2,1 cbm Lauge von 5 bis 5,5 pCt. Natron ($Na_2O$) und 30 bis 50° C. Ein Kubikmeter Lauge enthielt 47 kg Aetznatron von 100 pCt. Der Kocher drehte sich mit der Lauge $^1/_2$ bis 1 Stunde, dann wurde unter weiterem Drehen 4 bis 5 Stunden mit Dampf von 4 bis 5 Atmosphären gekocht, aber das

Kochen nach $2^1/_2$ Stunden durch halbstündiges Abblasen unterbrochen. Nach 5 Stunden Kochen wurde der Dampf abgestellt, der Kocher noch eine Stunde gedreht und dann gänzlich abgeblasen. Bei achtstündigem anstatt fünfstündigen Kochens konnte man die Menge des angewandten Natrons nicht erheblich vermindern. Der Stoff war in allen diesen Fällen gut und langfasrig.

Die Art des Kochens und besonders die Zusammensetzung der Lauge muss in allen Fällen dem Rohstoff, d. h. der Art des Strohes, angepasst werden, welches man zur Verfügung hat. Wie dessen Beschaffenheit wechseln kann, zeigen die auf Seiten 1110 bis 1113 gegebenen Erfahrungen.

In einer Fabrik, welche mit kalzinirter und wiedergewonnener Soda erfolgreich arbeitete, fand man durch Umrechnen den Verbrauch an Aetznatron (mit 72 pCt. $Na_2O$) folgendermaassen:

| | | |
|---|---|---|
| Roggenstroh, | gut, rein, zart und hellfarbig | mit $10^1/_2$ pCt. Aetznatron |
| „ | grobkernig, unrein | 11 bis $11^1/_4$ pCt. „ |
| Weizenstroh, | rein, zart, hellfarbig | 11 pCt. Aetznatron |
| „ | kernig, grob, unrein | 12 „ „ |

Diese Fabrik erzeugte den Strohstoff für eigenen Bedarf. Fabrikanten, die den Zellstoff verkaufen, kochen Roggenstroh wegen seines grösseren Gehalts an Kieselsäure mit stärkerer Lauge.

**418. Dampfspannung beim Kochen.** Die von Mellier empfohlenen und vielfach bewährten Dampfspannungen und Temperaturen sind schon hoch, und nur wenige Fabrikanten werden die Gefahr einer Explosion dadurch vermehren, dass sie, um vielleicht etwas Soda zu sparen, die Spannung noch erhöhen. Vielfach ist sogar der Wunsch das Kochverfahren mit hoher Spannung durch eines mit niedriger Spannung zu ersetzen laut geworden, und angesichts der Thatsache, dass in Grossbritannien, besonders in Schottland, sowohl Esparto wie Stroh bei Temperaturen gekocht werden, welche sich nicht wesentlich über den Siedepunkt erheben, kann man nicht sagen, dass dieser Wunsch unerfüllbar ist. Bis jetzt wird jedoch Stroh, auch in England, beinahe ausschliesslich in beweglichen, und nur von wenigen Fabrikanten in stehenden Kesseln gekocht, und man hat ziemlich allgemein die Erfahrung gemacht, dass man mit den gebräuchlichen Verfahren ohne Schädigung der Güte des Strohstoffes oder ohne Vermehrung des angewandten Natrons keine wesentliche Verminderung der von Mellier vorgeschriebenen Spannungen vornehmen kann.

Seit der Niederschrift vorstehender Sätze (1874) ist die Technik allgemein zu höheren Dampfspannungen in Dampfkesseln und Dampfmaschinen übergegangen. Auch beim Kochen von Stroh wendet man jetzt (1893) allgemein eher höhere Spannung oder Temperatur an, und das Kochen bei niedriger Spannung wird wohl überall aufgehört haben, da der heftige Wettbewerb dazu zwingt, durch Anwendung höher gespannten Dampfes Brennstoff zu ersparen.

Bei Anwendung hoher Dampfspannungen sollte man aber die Explosions-Gefahr durch gute Sicherheitsventile und Manometer möglichst verringern. Federmanometer dürfen bei Strohkochern nicht verwendet werden, da die vom Dampf mitgeführte Lauge die Feder mit klebrigen Stoffen bedeckt, welche ihre Wirksamkeit schmälern, und weil die Feder überdies von alkalischen Dämpfen angegriffen werden soll. Das Innere des Kessels muss ununterbrochen mit mindestens einem, besser mit zwei Quecksilbermanometern und einem Sicherheitsventil in Verbindung stehen.

**419. Vorbereitendes Einweichen. Menge der Lauge.** Die vortheilhafte Verwendung des Natrons hängt wesentlich davon ab, dass man es, ohne Verdünnung der Lauge, auf eine möglichst grosse Menge Stroh einwirken lässt, dass das Stroh also in einen möglichst kleinen Raum zusammengedrängt wird. Auch dies scheint Mellier schon erkannt zu haben, da er vorschreibt, das Stroh vor dem Kochen in warmem Wasser einzuweichen und zu waschen, ehe es in den Kessel gepackt wird. Besser als von reinem Wasser wird das Stroh von der gebrauchten Lauge erweicht, wird aber dann auch von den aufgelösten Extraktivstoffen der früheren Kochung verunreinigt und, wenn die Soda, wie es jetzt beinahe allgemein geschieht, durch Abdampfen wiedergewonnen wird, ist die Lauge zu diesem Zwecke überhaupt nicht verfügbar.

Auf welche Art das Erweichen auch vorgenommen wird, es kostet jedenfalls Zeit, Arbeit und Einrichtung, die erspart werden können, wenn man sich solcher Kocher bedient, die, wie senkrecht drehbare Cylinder- oder Kugelkocher, in beschriebener Weise mit einmaligem bequemem Einpacken die volle Ladung erhalten.

Die Mellier'sche Vorschrift, wonach 700 Liter Lauge von 2 bis 3° Beaumé auf 100 kg Häcksel genommen werden sollen, gründet sich auf die Voraussetzung, dass man nicht durch direktes Einleiten von Dampf kocht. Lässt man Dampf in die Lauge treten, so verdünnt er sie durch fortwährende Verdichtung, und es ist dann rathsam, eine stärkere Lauge anzuwenden.

Seitdem bei der Strohstofffabrikation die Wiedergewinnung der Soda durch Abdampfen der Lauge eingeführt ist, muss man selbstverständlich das zum Kochen und Waschen nöthige Wasser auf die geringst mögliche Menge beschränken. Anstatt auf 2 bis 3° Beaumé verdünnt zu werden, kommt die Lauge in stärkerem Zustande zur Verwendung und zeigt in vielen Fällen von 8 bis 12°.

**420. Waschen.** Beim Waschen des gekochten Strohs handelt es sich darum, ihm die Lauge mit den darin gelösten Inkrusten vollständig, ohne Faserverlust und mit Anwendung von möglichst wenig Wasser, zu entziehen. Die Wasser-Ersparniss ist in vielen Fällen nach zwei Richtungen hin vortheilhaft, erstens wird dadurch die zur Hebung des ersparten Wassers nöthige Triebkraft gewonnen und zweitens wird, bei etwaiger Wiedergewinnung der Soda, der zur Verdampfung dieses Wassers erforderliche Brennstoff erspart.

Die Gefahr des Faserverlustes ist bei gekochtem Stroh viel grösser als bei Hadern, weil es in viel höherem Grade zerfällt, und weil die in der zerfallenen Masse enthaltenen feinen Fasern mit dem Waschwasser fortschwimmen, wenn ihnen Gelegenheit dazu geboten wird. Diese Gelegenheit haben sie, wenn man das Waschwasser ablaufen lässt oder abzieht, während die Stoffmasse noch in Bewegung ist, und die Fasern in der Flüssigkeit schwimmen oder schweben. Sobald sich aber das gekochte Stroh abgesetzt hat und eine geschlossene Masse bildet, können sich auch die einzelnen feinen Fasern ihr nicht mehr entziehen, und das Waschwasser kann ohne Gefahr abgelassen werden. Das Waschen in den Holländern ist hiernach sehr gefährlich und muss bedeutende Faserverluste verursachen, wenn es nicht durch Waschtrommeln erfolgt, welche mit sehr feinem Metalltuch bedeckt sind, und wenn das durchgehende Waschwasser, zur Rettung etwa mitgenommener Fasern, vor seinem schliesslichen Abfluss nicht durch ein noch feineres Sieb geführt wird.

In manchen Fabriken ist eine dem oben aufgestellten Grundsatz entsprechende Wascheinrichtung in Gebrauch, welche aus einer grossen Bütte besteht, die mit durchlöchertem, mit Matten belegtem doppeltem Boden versehen ist und den ganzen Inhalt des sich entleerenden Strohkochers aufnimmt. Die Matten sind aus groben aber starken Stoffen (Cocos) gewebt, welche dem Einfluss der Lauge lange widerstehen, und gerade dicht genug, um die Fasern zurückzuhalten, die Flüssigkeit aber durchzulassen. Nachdem die Lauge abgelaufen ist, wird das Ventil geschlossen, von unten durch den doppelten Boden frisches Wasser zugelassen und der Stoff zur Erleichterung einer gründlichen Vermischung mit hölzernen Krücken umgerührt. Nachdem sich der Stoff wieder abgesetzt hat, wird das Waschwasser abgelassen, durch neues ersetzt, und auf diese Weise fortgefahren, bis es klar abläuft. Das Verfahren beansprucht viel Wasser und viel Handarbeit und kann nur in Fällen empfohlen werden, wo die örtlichen Verhältnisse die Anwendung eines bessern nicht gestatten.

In mehreren englischen Fabriken werden senkrechte, cylindrische Drehkessel von 210 cm Durchmesser und 3 m Höhe in auf Schienen laufende eiserne, mit doppelten Böden versehene Kästen entleert, welche den Inhalt eines Kochers, d. i. 1500 kg Häcksel, aufnehmen. Nachdem die Lauge abgeflossen ist, wird aus einem oberen Behälter — worin sich das vom Kondenser der Dampfmaschine und aus anderen Quellen erhaltene heisse Wasser sammelt — eine abgemessene Menge (6000 Liter) Wasser auf den Stoff gelassen.

Dieses Wasser wird, nachdem es durch den Stoff gesickert ist, mit der vorher abgeflossenen Lauge zum Abdampfofen geleitet; das bei den folgenden kalten Waschungen abfliessende Wasser findet jedoch keine weitere Verwendung. Sobald das Waschwasser klar abfliesst, wird der Wagen auf Schienen und mit Aufzug zum Bleichholländer gebracht. Dieses Verfahren ist einfach, hat aber den Nachtheil, dass man grosse Mengen Wasser braucht. In den folgenden Abschnitten sind Verfahren beschrieben, die in dieser Hinsicht wenig zu wünschen übrig lassen.

In dem gekochten Stroh befinden sich manchmal Stückchen von ungekochtem rohem Stroh, welche beim Füllen durch Nachlässigkeit oder Unvorsichtigkeit am Kocher vorbei in die darunter befindliche gekochte Masse gefallen sein mögen. Wenn das gekochte Stroh, bei seiner weiteren Behandlung vor dem Bleichen, in einen grösseren Behälter kommt, worin es mit vielem Wasser vermengt ist, wird man das rohe Stroh obenauf schwimmen sehen, und kann es mit einer Seihe aus durchlöchertem Blech an langem Stiele leicht herausfischen.

Die in heisser Lauge aufgelösten Inkrusten würden sich wieder auf dem Stroh abscheiden, wenn kaltes Wasser damit in Berührung gebracht würde, so lange die Lauge nicht beinahe ganz entfernt ist. Mellier schreibt desshalb heisses Wasser für die erste Waschung vor, und auch für die folgenden Waschungen ist es vorzuziehen, wenn es ohne grossen Aufwand von Brennstoff beschafft werden kann.

**421. Lespermonts Wascher.** Der in Fig. 1052 in 1 : 90 der wahren Grösse dargestellte Grundriss zeigt den Trog einer Waschmaschine, welcher zur Aufnahme von 11 Siebtrommeln bestimmt ist, die also 10 auf einander folgende Waschungen ausführt.

Fig. 1053 ist der Grundriss in 1 : 45 der wahren Grösse einer solchen Waschmaschine, welche zum Zweck besserer Verdeutlichung der Bauart mit nur 5 Sieben oder Waschtrommeln versehen ist.

Fig. 1054 ist der Aufriss eines Durchschnitts nach der gebrochenen Linie 1—2—3—4—5—6 von Fig. 1053.

Fig. 1055 ist eine Seitenansicht zur Erklärung des Antriebs.

Fig. 1056 ist der Aufriss eines Durchschnitts nach einer Linie in der Richtung 7—8 von Fig. 1053.

Wir nehmen an, dass der Inhalt der Kocher in einer oder mehreren Rührbütten gesammelt, und von da aus durch eine Stoffpumpe oder ein Schöpfrad der Waschmaschine zugeführt wird, und wollen zur Erklärung ihrer Arbeit dem Stoff bei seinem Durchgange folgen:

Er gelangt zunächst durch das Rohr $t$ in den Aufnahmetrog $B$, wo er von den schraubenförmig auf den Wellen $p$ und $J$ angebrachten Flügeln $C$ in Bewegung erhalten wird. Von $B$ fliesst der Stoff in der durch vollgezeichnete Pfeile angegebenen Richtung in die Schöpfrinne $E$, aus welcher er von dem Schöpfrohr (Danaïde) $D$ in die erste Siebtrommel $A$ gehoben wird. Durch die Drehung und Kegelform dieser Trommel gelangt der Stoff allmälig bis an das offene Ende $e$, wo er in die Rinne $G$ fällt, indess der grösste Theil der schwarzen Lauge durch das Sieb in den Trog $F$, und von da in die Sammelbehälter fliesst, von welchen die Abdampföfen gespeist werden. Der von dem grössten Theil der Lauge befreite Stoff vermischt sich in der Rinne $G$ mit dem durch das Sieb der Trommel $A^2$ fliessenden und durch den Kanal $H^2$ zugeleiteten Waschwasser. Er gelangt also, wieder verdünnt, in den mit Rührern $C^1$ versehenen Mischtrog $B^1$ und von da aus in die Schöpfrinne $E^1$, wo er durch das Schöpfrohr $D$ in den zweiten Siebcylinder $A^1$ gehoben wird.

In dieser Trommel $A^1$ findet wieder eine Abscheidung in der Weise statt, dass der grösste Theil der Füssigkeit durch das Sieb in den Trog $F^1$ fliesst, während der Stoff am offenen Ende $e$ in die Rinne $G^1$ fällt, von dem, durch den Kanal $H^3$, aus dem Trog $F^3$ kommenden Waschwasser in den Trog $B^2$ geschwämmt wird und, von den Rührern $C^2$ gemischt, in die Schöpfrinne $E^2$ und mittels des Schöpfrohres $D^2$ in die Siebtrommel $A^2$ gelangt. In $A^2$ wiederholt sich dieselbe Abscheidung, der Stoff fällt in die Rinne $G^2$, wird von dem aus $F^4$ durch Kanal $H^4$ zufliessenden Waschwasser in den Trog $B^3$ geführt, mittels der Rührer $C^3$ gemischt und gelangt in die Schöpfrinne $E^3$, von wo ihn das Schöpfrohr $D$ in die Trommel $A^3$ hebt.

Nachdem in $A^3$ eine vierte Trennung von Flüssigkeit und Stoff stattgefunden hat, fällt der letztere in die Rinne $G^3$, wird durch einen Strom frischen, durch Rohr $T$ zufliessenden, heissen Wassers in den Trog $B^4$ geschwemmt und dort von den Rührern $C^4$ gemischt. Von dem Schöpfrohr $D^4$ in die Trommel $A^4$ gehoben, fällt der gewaschene Stoff schliesslich in die Rinne $G^4$, wo er mit reinem Wasser aus dem Rohr $T^1$, Fig. 1052, soweit verdünnt wird, dass er, von den Rührern $C^5$ gemischt, über die als Sandfänge dienenden Abtheilungen $g\,g^1g^2g^3$ wegfliessen kann. Am Ende dieser Laufbahn lässt man den Stoff in eine Rührbütte laufen, von welcher aus die Mahl- oder Bleicheinrichtungen gespeist werden.

Während der Umlauf des Stoffes in den Grundrissen Figg. 1052 und 1053 mit voll gezeichneten Pfeilen angegeben ist, wird der des Waschwassers durch punktirte Pfeile bezeichnet, so dass sein Weg leicht verfolgt werden kann. Das Waschwasser wird durch das mit einem Hahn versehene Rohr $T$ (Fig. 1053) in beliebiger Menge zugelassen, vermischt sich mit dem aus der Trommel $A^3$ fallenden Stoff, trennt sich wieder von ihm in $A^4$ und fliesst von dem Troge $F^4$ über den Sandfang und durch den gedeckten Kanal $H^4$ ($H$ in Fig. 1056) in die Rinne $G^2$. Dort nimmt es den aus $A^2$ fallenden Stoff mit in den Mischtrog $B^3$, trennt sich wieder davon in der Trommel $A^3$ und fliesst von $F^3$ über und durch $H^3$ in die Rinne $G^1$. Von hier aus kommt es mit dem aus $A^1$ fallenden Stoff in den Mischtrog $B^2$, trennt sich davon in $A^2$ und trifft in der Rinne $G$ mit frischem, aus der Trommel $A$ fallenden Stoff zusammen, von welchem es in $A^1$ an den darunter befindlichen Trog $F^1$ abgegeben wird.

Auf diesem Wege hat das Waschwasser beinahe sämmtliche noch in dem Stoff befindliche Lauge aufgenommen, wird jedoch nicht zum Abdampfofen befördert, sondern zum Verdünnen der aus den Kochern kommenden Masse verwendet. Zu diesem Zwecke wird es aus $F^1$ in einen höher gelegenen Behälter gepumpt, von da aus der Mischung von Stoff und Lauge in einer Rührbütte zugetheilt und gelangt im Verein damit durch das Rohr $t$ wieder auf die Waschmaschine.

Der ganze Unterbau, d. i. die Tröge und Kanäle, sind von Ziegelmauerwerk hergestellt und mit einer Cementschicht verkleidet.

Zum Waschen alkalischer Massen empfiehlt es sich stets, die einzelnen Theile so viel als möglich aus Gusseisen zu nehmen, da dies der Lauge am besten widersteht, sollen aber saure oder chlorhaltige Stoffe gewaschen werden, so sind Kupfer-Konstruktionen vorzuziehen. In letzterem Falle wäre es auch zweckmässig, statt der Metalltücher durchlöcherte Kupferbleche für die Waschtrommeln anzuwenden.

Der Strohstoff enthält häufig erdige Theile und Sand, welche dem rohen Stroh anhafteten, manchmal auch kohlensauern Kalk, welcher durch unvorsichtiges Abziehen der Lauge von dem zum Kaustiziren verwendeten Kalk eingebracht wurde. Alle derartigen Verunreinigungen sollen sich in den Mischtrögen $B B^1 B^2 B^3$ u. s. w. absetzen und werden zeitweise durch die mit konischen Pfropfen verschlossenen Oeffnungen $o\ o^1\ o^2\ o^3\ o^4\ o^5\ o^6\ o^7$ in den Kanal $V$ (Fig. 1056) gelassen.

Der Antrieb der Maschine erfolgt von den losen und festen Riemscheiben $P$ und $P^1$ aus, von deren Welle $p$ die drei Wellen $I\ J$ und $I^1$ durch Vermittlung der Stirnräder $K$, $k$, $l$, $l^1$ und $L$ in Bewegung gesetzt werden. Die Durchmesser dieser Stirnräder sind so berechnet, dass die Wellen $I$ und $I^1$ mit gleicher und die Welle $J$ mit dreimal so grosser Geschwindigkeit umlaufen. Die Triebwelle $p$ trägt auf ihrer Verlängerung drei Rührer $C$, welche sich mit den auf die Welle $J$ gekeilten kreuzen.

Anstatt die schwarze Lauge aus dem Troge $F$ und das gebrauchte Waschwasser aus $F^1$ direkt abfliessen zu lassen, fügt man dem in Fig. 1052 dargestellten System von 11 Trommeln gewöhnlich an dem Trieb-Ende noch zwei den andern ganz gleiche Trommeln zu, welche nicht zum Waschen, sondern nur als Zeugfänge dienen. In ihnen lassen die schwarze Lauge und das Waschwasser alle

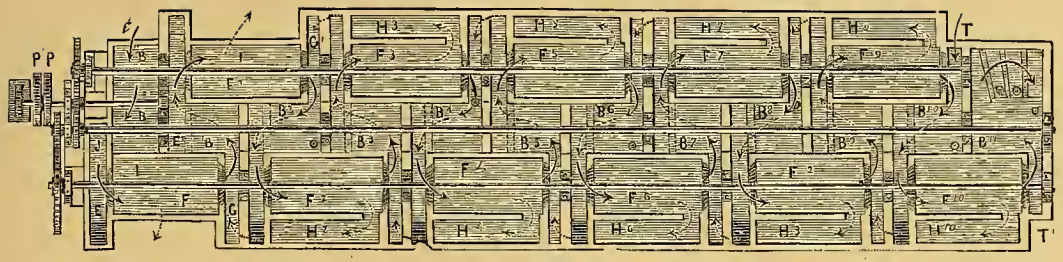


Fig. 1052.

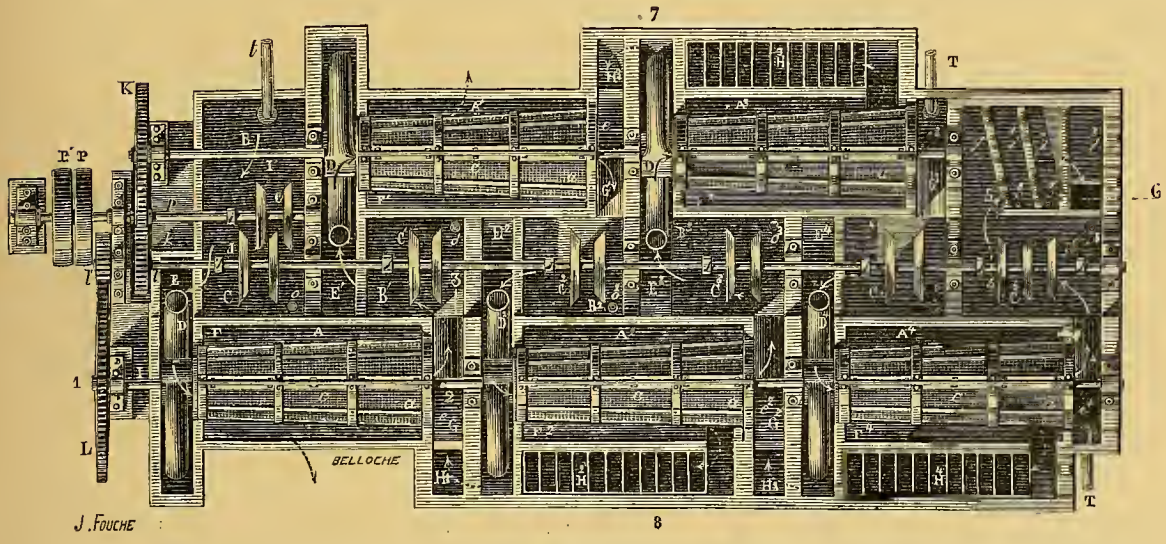



Fig. 1053.

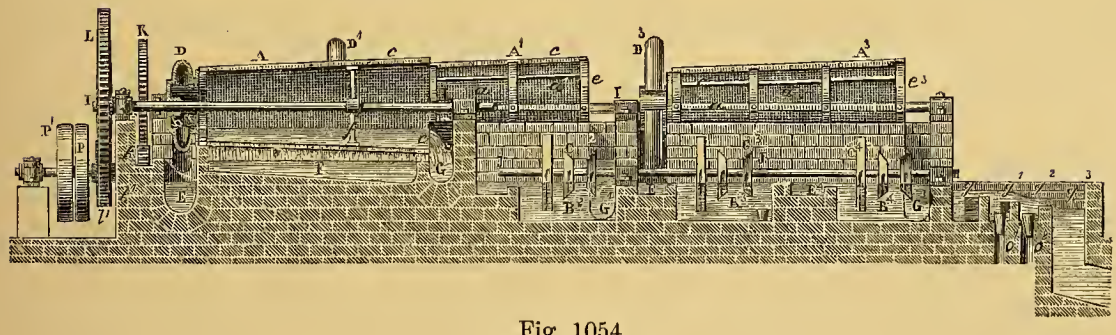


Fig. 1054.

etwa mitgenommenen Fasern zurück, welche sich dann mit dem frisch zugehenden Stoff wieder vermischen. Es ist anzunehmen, dass durch diese Vorsichtsmaassregel, in Verbindung mit der Feinheit der angewandten Metalltücher, die durch das Waschen veranlassten Faserverluste auf das geringste Maass beschränkt werden.

Die Leistung dieser methodisch und ununterbrochen arbeitenden Waschmaschine besteht, kurz gefasst, in der Erzeugung eines Gegenstromes zwischen Stoff und Waschwasser. Der Stoff wird dadurch zehn Mal mit Wasser von stets wachsender Reinheit gewaschen, und das Wasser selbst kommt bei jeder folgenden Waschung mit Stoff zusammen, welcher mehr Lauge enthält als der vorhergehende. Die Maschine bringt jedoch damit nicht nur den Grundsatz zur Ausführung, dessen Verkörperung allein die möglichst vollkommene Waschung mit einer gegebenen Menge Wasser bewirkt, sondern ihre Anordnung ist auch von solcher Vollkommenheit, dass sich kein Theilchen des Stoffes und des Waschwassers einer einzigen der zehn Waschungen entziehen kann. Diese Erfolge sind

Fig. 1055.

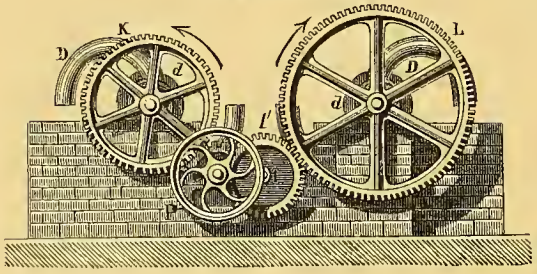
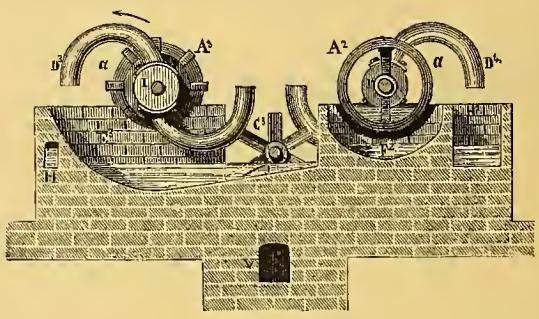


Fig. 1056.



überdies mit einer Vorrichtung erzielt, welche weder Ventile noch andere der Abnützung unterworfene Theile enthält und nur geringe Triebkraft in Anspruch nimmt.

Um die Leistung der Maschine in genauen Zahlen zu erhalten, wurden in der Strohstofffabrik zu Thar bei Granville, Dep. Manche, während des regelmässigen Betriebs Proben der von jedem Siebcylinder abgegebenen Flüssigkeit und von dem am Ende ausgeworfenen Stoff auf ihren Gehalt an kohlensauerm Natron untersucht.

Aus den Waschwasserproben wurde durch Abdampfen und Kalziniren eine Asche gewonnen, in deren mit destillirtem Wasser ausgezogenen löslichen Bestandtheilen man das kohlensaure Natron bestimmte. Die Stoffproben wurden völlig getrocknet, gewogen und zu Asche verbrannt, wodurch man aus dem Gewichtsunterschied zwischen der getrockneten Masse und der Asche ihren Gehalt an Zellstoff erhielt, und aus der Asche ihr kohlensaures Natron bestimmen konnte. Die Waschmaschine in Thar ist mit 13 Siebtrommeln versehen, von denen die beiden ersten nur als Zeugfänger dienen, die Untersuchung beschränkte sich auf 11 Waschtrommeln und ergab folgende Zahlen:

| Nummer der Siehtrommel, von der die Proben genommen wurden. | Gewicht des kohlensauren Natrons in einem Liter der Waschflüssigkeit. | Gewicht des kohlensauren Natrons in 1 Kilo getrockneter nnd verbrannter Masse. |
|---|---|---|
| | Gramm | Gramm |
| 3 | 40,10 | 390,00 |
| 4 | 29,00 | 298,00 |
| 5 | 19,40 | 200,00 |
| 6 | 14,80 | 140,00 |
| 7 | 8,00 | 105,00 |
| 8 | 6,30 | 85,00 |
| 9 | 3,80 | 60,00 |
| 10 | 2,20 | 32,00 |
| 11 | 0,94 | 18,10 |
| 12 | 0,64 | 8,20 |
| 13 | 0,05 | 2,60 |

Die letzte Zahl der dritten Reihe giebt das Gewicht des Alkalis, welches nach vollendetem Waschen noch in dem Stoff bleibt, also verloren geht. Um den Prozentsatz dieses Verlustes zu berechnen, nehmen wir an, dass zur Bereitung von 50 kg Zellstoff 100 kg Stroh und 25 kg kohlensaures Natron nöthig waren, dass also auf jedes kg Zellstoff 500 g kohlensaures Natron angewandt wurden. Da von diesen 500 g nur 2,60 g in dem Zellstoff bleiben, müssen sie mit Ausnahme dieser 2,60 g, d. i. etwa $^1/_2$ Prozent, sämmtlich in das Waschwasser übergegangen sein. Man hat auch gefunden, dass eine Mischung aller von einer solchen Waschmaschine abfliessenden Flüssigkeiten nur $^1/_5$ schwächer ist als die aus den Kochern kommende Lauge.

Beobachtet man die Arbeit dieser Waschmaschinen, so findet man, dass das Stroh durch das immerwährende Rollen in den Siebcylindern zu kleinen Kugeln zusammengeballt wird, so dass es bei seinem Austritt wie Fischeier oder hellgefärbter Caviar aussieht. Diese unwillkommene Erscheinung ist jedoch in den Strohstofffabriken von keinen dauernd schlimmen Folgen begleitet, weil sich die geballten Fasern bei dem folgenden Mahlen in Stoffmühlen, in gewöhnlichen Holländern und am besten im Mahlgang (Abschn. 432) wieder vollständig entrollen und keine Kugeln mehr zeigen.

Gegen Holzzellstoff verhält sich die Maschine wie gegen Stroh, für Esparto ist sie aber nicht verwendbar, weil die aus seinen Fasern entstehenden Kügelchen sich nicht so leicht wieder entrollen lassen.

Wascher dieser Art sind kostspielig, beanspruchen viel Raum und sind wahrscheinlich aus diesen Gründen sowie wegen des Aufrollens der Fasern im letzten Jahrzehnt kaum mehr neu aufgestellt worden. Die aus früherer Zeit stammenden Lespermont'schen Wascher arbeiten dagegen, soweit Verf. ermitteln konnte, jetzt (1893) noch unverändert und mit gleich gutem Erfolg wie vor 20 Jahren.

**422. Shanks'sche Auslaugekasten.** Bei der Fabrikation von Soda nach Leblanc wird die Soda aus der Rohsoda in einer von Shanks eingeführten Kastenreihe ausgezogen, welche ununterbrochenes Arbeiten gestattet und bei der deutschen Zellstoff-Fabrikation vielfach mit Erfolg angewendet ist. Nachstehende Zeichnungen

und Beschreibung derselben sind dem Handbuch der Soda-Industrie von Prof. Dr. Georg Lunge, Verlag von Vieweg & Sohn in Braunschweig, entnommen.

Fig. 1057

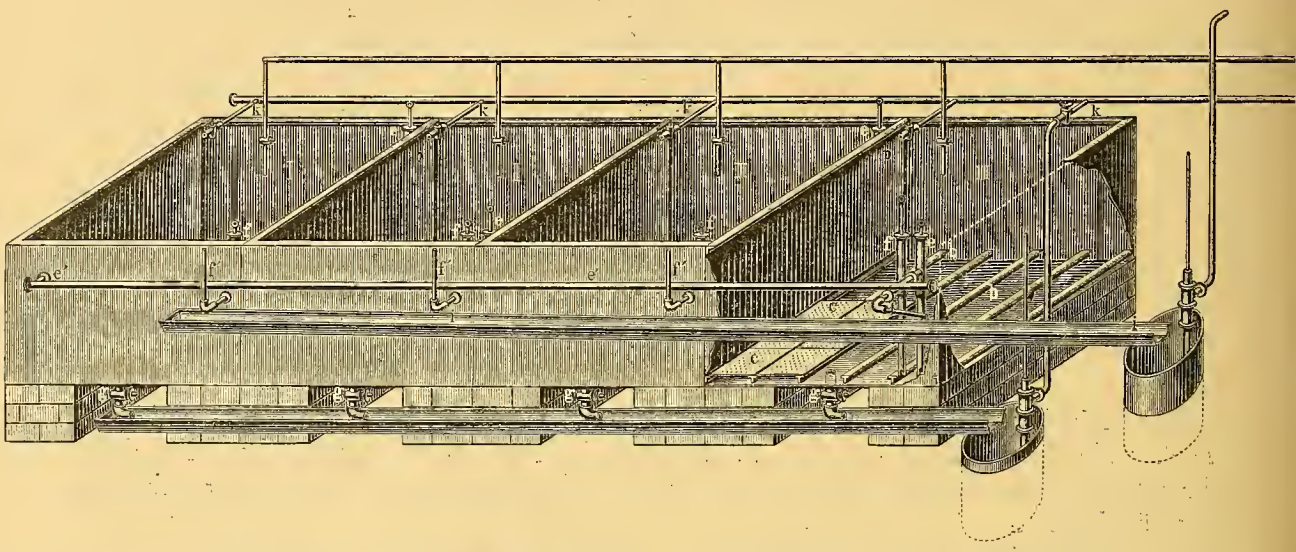
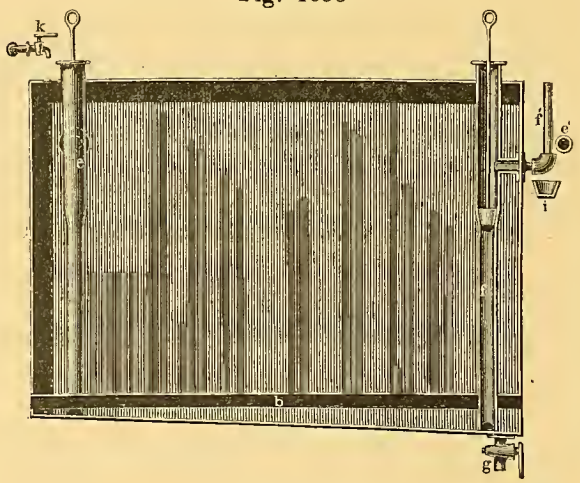


Fig. 1057 zeigt einen aus 4 Kasten bestehenden Auslauger dieser Art mit theilweise weggenommenen Wänden in 1:96 der wahren Grösse. Die Kasten *I, II, III, IIII* sind aus starkem Eisenblech gebaut und mit einem Rand aus Winkeleisen versteift. Bei grösseren Kasten wird das Ausbauchen der Wände durch besondere Strebestangen verhindert, welche man mit ihren nach unten umgebogenen Enden in an die Seitenwände innen genietete Oesen fallen lässt. Auf den Boden der Kasten sind die in *IIII* sichtbaren T-Eisen *b b* genietet, deren obere Tragschiene etwa 15 mm breit ist und an der Vorderseite 150 mm vom Kastenboden absteht. Diese T-Eisen *b* bilden die Träger des aus gelochten Blechen *c c* bestehenden falschen Bodens. Wenn der Kastenboden nach vorn geneigt ist, wie bei dem in 1:33 gezeichneten Querschnitt Fig. 1058, so werden die T-Eisen, deren Oberfläche genau waagerecht sein muss, hinten nur 75 mm hoch sein dürfen. An den Wänden sind Winkeleisen zur Auflage der Siebplatten angebracht. Gusseiserne Platten anstelle der Bleche *c c* haben sich nicht bewährt, weil sie zu leicht brechen. Zum Auslaugen von Rohsoda werden die Bleche mit Löchern von 6 mm Durchmesser in Entfernungen von 75 bis 100 mm von Mitte zu Mitte versehen. In jedem Kasten steht ein Uebersteigrohr *e* und ein Auslassrohr *f* aus Gusseisen von 100 mm

Fig. 1058



innerem Durchmesser, der sich über dem kegelförmig ausgebohrten Sitz des Ventils erweitert. Das Ventil wird am besten durch Einschleifen in seinen Sitz gedichtet oder hat ringsum eine eingedrehte Nuth, die man mit getheertem Hanf oder anderem Dichtungsstoff füllt. Jedes Rohr *e* und *f* hat über dem Ventilsitz einen seitlichen an die entsprechend durchbohrte Wand geschraubten Auslass-Stutzen. In den Röhren *f* stehen Ventil und Stutzen tiefer als in *e*. Jedes Rohr reicht durch ein Loch in den Siebtafeln *c* bis auf den Kastenboden und ist dort so ausgezackt, dass die Flüssigkeit unten eintreten kann.

Da stets ein Kasten entleert und wieder gefüllt wird, so können von den gezeichneten 4 Kasten nur drei gleichzeitig zum Auslaugen dienen. Wenn die Füllung der Kasten in der Reihenfolge *I* bis *IIII* erfolgt und *IIII* augenblicklich entleert wird, also unthätig ist, so hat *I* die am längsten im Auslauger befindliche Füllung von gekochtem Stroh. In diesen Kasten *I* läuft deshalb aus einem Arm *k* der über die Kastenreihe hinziehenden Rohrleitung frisches Wasser, welches hier mit der am meisten erschöpften Lauge zusammenkommt, sich unter dem doppelten Boden *c* sammelt und in dem Rohr *e* emporsteigt. In diesem Rohr stellt sich die Flüssigkeit so hoch wie in *I* abzüglich der Flüssigkeitshöhe, welche durch die Reibung im Rohr verbraucht ist. Zum Theil wegen dieses Verbrauchs durch Reibung muss der seitliche Ausfluss der Rohre so tief unter der Oberfläche der Flüssigkeit im Kasten liegen, dass letztere von der über dem Ausfluss stehenden Flüssigkeits-Säule in den anstossenden Kasten gedrückt werden kann. Hier in *II* kommt das mit der Lauge aus *I* beladene Wasser mit etwas stärkerer und in *III* mit frischer also stärkster Lauge zusammen und fliesst hier durch das in jedem Kasten stehende Rohr *f* ab. Damit die Lauge durch den seitlichen Ausfluss des Rohres *f* abziehen kann, muss dieser um 50 bis 75 mm tiefer als die Stutzen von *e* liegen. Die Ventile derjenigen Rohre *e*, welche Wasser von einem Kasten zum anderen durchlassen sollen, also in unserem Falle von *I* und *II*, sind geöffnet, d. h. ausgehoben, die anderen geschlossen. In den Auslassrohren ist nur das Ventil desjenigen Rohres *f* geöffnet, welches im letzten Kasten der arbeitenden Reihe steht, also in unserem Falle das von *III*. Der Abfluss aus dem Seitenstutzen von *f* erfolgt durch ein Knie mit Rohrstück $f^1$, welches auch bei geöffnetem Ventil keine Lauge entweichen lässt, so lange es senkrecht nach oben steht. Damit die Lauge in die längs der Kasten hinlaufende offene Rinne *i* abfliessen kann, muss das Rohrende $f^1$ bis auf *i* niedergedreht werden. Man kann die Lauge auch durch ein geschlossenes Rohr anstatt durch Rinne *i* abfliessen lassen, hat aber dann den Nachtheil, dass man sie nicht sieht.

Da jeder Kasten der Reihe nach der erste, mittlere und letzte sein, also *IIII* auch seine Flüssigkeit an *I* abgeben muss, so steht sein Rohr *e* an der Vorderwand, und dessen Auslass-Stutzen ist mit einem Rohr $e^1$ verbunden, welches sich ausserhalb bis zum Kasten *I* erstreckt und in diesen mündet. Die Rinne *i* ergiesst die empfangene Lauge bei der in Fig. 1057 dargestellten für Rohsoda bestimmten Anlage in einen Behälter, aus dem sie nach beliebigen anderen Punkten gepumpt wird. Bei der Zellstoff-Fabrikation wird man womöglich die aus dem gekochten Stroh gezogene Lauge unmittelbar in die Verdampfer fliessen lassen, oder auf andere möglichst einfache Art dahin befördern.

Jeder Kasten *I* bis *IIII* hat an der tiefsten Stelle des Bodens einen Ablasshahn *g* von 75 mm Bohrung, um den flüssigen Inhalt abzuziehen, nachdem der

Kasten ausgesüsst und ausgeschaltet ist. Aus dem geöffneten Hahn *g* läuft die schwächste Lauge durch eine Rinne in einen Behälter, aus dem sie durch Rohre *k*, anstelle frischen Wassers, wieder in den Kasten gepumpt werden kann, welcher am längsten gefüllt ist, falls man nicht in anderer Weise den Gehalt an Lauge daraus gewinnen will.

Die in dem Beispiel Fig. 1057 angewandte Zahl von 4 Kasten, deren drei stets eine Auslauge-Kette bilden, ist die geringste in den Fabriken angewandte. In den meisten Fällen nimmt man 6 Abtheilungen, sodass das frische Wasser nach einander durch 5 Kasten geht, sich immer mehr mit Lauge bereichert und hochgradig genug herauskommt, um sofort in die Abdampf-Kessel oder -Pfannen zu gehen. Die Kasten stehen auch nicht immer wie in Fig. 1057 in einer Reihe, sondern häufig auch wie in beistehender Skizze, wo sie eine geschlossene Kette bilden. Manchmal liegen sie auch unter dem Fussboden, d. h. so, dass der in Kippwagen ankommende gekochte Stoff unmittelbar hineingeschüttet werden kann. Unser Beispiel soll überhaupt nur die Grundsätze angeben, nach denen Auslauger dieser Art eingerichtet werden, da sich die Ausführung den örtlichen Verhältnissen anpassen muss.

| | | |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 |
| 6 | 5 | 4 |

Bei Anwendung dieses Verfahrens zum Auslaugen von Strohstoff setzen sich die feinen Strohfasern so dicht zusammen, dass sie manchmal die Flüssigkeit zu langsam und unregelmässig durchlassen, als dass man auf gleichmässigen Zu- und Ablauf durch mehrere Kasten rechnen könnte. Es ist jedoch möglich, dass diese Schwierigkeit (mit der man bei Holzzellstoff nicht zu kämpfen hat) überwunden würde, wenn man die Kasten so breit und weit machte, dass der Strohstoff darin nur eine dünne Schicht auf grosser Fläche bildete.

Da man nach der erwähnten Erfahrung nicht auf selbstthätiges, regelmässiges Uebersteigen der Lauge von einem Kasten zum andern rechnen kann, so verwenden die meisten Strohstoff-Fabriken zwar Kasten wie die in Fig. 1057 dargestellten, jedoch nicht in fester Verbindung, sondern jeden selbständig. In manchen Fällen steht jeder solcher Kasten auf Rollen, wird möglichst unmittelbar aus den Kochern gefüllt, auf Schienen weggefahren und für sich ausgelaugt. Die zuerst abfliessende, noch ziemlich starke Lauge wird eingedampft, die folgenden Waschlaugen aber gehen meistens verloren. Will man durch Eindampfen möglichst viel Natron zurückgewinnen, so kann man das aus jedem Kasten ablaufende Waschwasser in einem zugehörigen Behälter sammeln und mit kleinen Pumpen auf den nächsten Kasten befördern, wo es sich mit mehr Lauge anreichert, bis es deren genug aufgenommen hat, um das Eindampfen vortheilhaft erscheinen zu lassen. Das Auslaugen erfolgt also dann in der auf Seiten 1145 beschriebenen Reihenfolge, jedoch mit dem Unterschied, dass die Lauge nicht selbstthätig aus einem Kasten in den andern steigt, sondern dahin gepumpt wird. Dadurch wird zwar mehr Arbeit und Aufmerksamkeit erforderlich, aber man kann auch der grösseren oder mindern Durchlässigkeit des Strohstoffs Rechnung tragen und die Waschung so weit treiben wie man will.

Bei Strohstoff nimmt die Waschflüssigkeit stets den grössten Theil der aus dem Stroh stammenden Farbstoffe auf; diese setzen sich, wenn die Waschflüssigkeit

mehrmals wiederverwendet wird, auf den Fasern des Strohstoffs ab und erschweren das nachherige Bleichen. Anstatt desshalb das einmal durchgegangene Waschwasser wieder zu verwenden, ziehen viele Fabrikanten vor, nur frisches Wasser zum Auswaschen zu benützen, indem sie dasselbe von oben nach unten durchsickern lassen. Der Verlust an Lauge, die mit den dünnen Waschwassern verloren geht, wird grossentheils durch leichtere Bleichbarkeit und grössere Weisse des erzielten Strohstoffes aufgewogen. Ausserdem kann man die dünnen Waschwasser in geeigneten Kesseln zur Erzeugung von Dampf verwenden und sie dabei so eindicken, dass sich das Natron mit Vortheil daraus wiedergewinnen lässt.

**423. Ansäuern.** Nach Mellier soll man den gewaschenen Stoff eine Stunde lang in eine Flüssigkeit tauchen, welche mit einer Menge Schwefelsäure angesäuert ist, die 2 Prozent des Gewichts des eingetauchten Zellstoffs beträgt, und ihn dann wieder waschen.

Er beabsichtigt damit wahrscheinlich das dem Stoff noch anhängende Alkali unschädlich zu machen, d. h. zu verhindern, dass bei dem folgenden Bleichen die kostbare Chlorkalklösung zum Theil durch Alkali neutralisirt wird.

Es wird sich auch empfehlen, ihm darin wenigstens soweit zu folgen, dass man den Stoff jedenfalls sauer macht, ehe er gebleicht wird, entweder durch Zusatz der Säure nach dem Entwässern oder spätestens im Bleichholländer. Die dem Stoff anhängende Schwefelsäure kann nicht schaden, sondern wird die Wirksamkeit der Chlorkalklösung erhöhen.

Wendet man zum Bleichen aus den Seite 1152 angegebenen Gründen sehr starke Chlorkalklösung an — wie es neuerdings (1893) geschieht — so ist es, wie dort erwähnt, vielleicht zweckmässiger, nicht die Chlorkalklösung durch Ansäuern zu schützen, sondern umgekehrt durch Zusatz von Alkali (Natron) eine Schädigung der Fasern durch die Chlorkalklösung zu hindern.

**424. Reinigen des Strohhalbzeugs.** Die meisten europäischen Fabrikanten begnügen sich mit gründlicher Reinigung des Strohs in trockenem Zustande, nur wenige unterwerfen auch das Stroh-Halbzeug, wie es in Amerika allgemein geschieht, einem besonderen Reinigungsverfahren.

Wenn Stroh gut gekocht ist, wenn also seine Inkrusten völlig ausgezogen sind, muss es sich durch Schlagen und Quetschen im Holländer, ohne wirkliches Mahlen, in seine Fasern zerlegen lassen. Finden sich nach dem Schlagen dicke Faserbündel und Knoten darin, so können solche meistens durch kräftiges Bleichen und Mahlen in weisses Ganzzeug verwandelt werden — aber nicht, ohne dass die gut gekochten Theile, welche keiner so kräftigen Behandlung bedürfen, darunter leiden. Wenn das Stroh sehr mangelhaft gekocht wurde, kommt es auch vor, dass sich die dicken Theile selbst von starker Chlorkalklösung nicht bleichen lassen und als gelbliche oder dunklere Flecken im Papier sichtbar werden.

Zur Vermeidung aller dieser Schwierigkeiten lässt man das gekochte, gewaschene und geschlagene Stroh durch Knotenfänge gehen, welche alle dicken, wahrscheinlich ungenügend gekochten Theile zurückhalten und dadurch dem Kochverfahren als Ausgleicher dienen. Ist man mit diesem Ausgleicher versehen, so kann man eher wagen, das beim Kochen angewandte Natron und die Temperatur auf das Nothwendigste zu beschränken, während man ohne solchen beides im Ueberschuss nehmen muss, um nicht Gefahr zu laufen, das Papier durch schlecht

gekochte Theile zu verderben. Da man durch diese nasse Reinigung viel gleichmässigern Halbstoff erhält, wird man bei der nachfolgenden Bleiche auch mit geringeren Chlorkalkmengen auskommen.

In Amerika wird das gekochte Stroh gewöhnlich im Holländer mit Trommeln gewaschen, geschlagen, in Rührbütten abgelassen und von einer Zeugpumpe auf den Nasstheil einer Cylinderpapiermaschine befördert.

Eine solche, zu diesem Zweck gebaute Abpress-Maschine ist in Figg. 773 und 774 dargestellt und besteht aus einem Knotenfang, Siebcylinder und erster Nasspresse. Ehe der Stoff in den Knotenfang gelangt, fliesst er über einen langen Sandfang, worin sich die schweren Verunreinigungen, hauptsächlich der dem Stroh anhängende Sand, absetzen. Da es gleichgiltig ist, ob der Stoff mehr oder weniger entwässert ist, und ob er in einer zusammenhängenden Papierbahn oder in unregelmässigen Stücken herauskommt, so nimmt man, um den Filz zu schonen, die obere Presswalze oder auch beide Walzen der sogenannten Abpressmaschine aus Holz. Der Stoff wird von dem Filze getragen, bis er in einen untergeschobenen Sammelkasten fällt. Damit er der oberen Presswalze nicht folgen kann, ist gegen ihre Vorderseite ein Schaber gesetzt.

Wenn man mit Waschwasser nicht zu sparen braucht, thut man besser, das von der Flügelpumpe dem Siebcylinder entnommene Wasser durch einen Zeugfang abfliessen zu lassen, als es wieder mit neu ankommendem Stoff zu mischen. Durch den fortwährenden Zufluss von frischem Wasser erfährt der Stoff noch eine letzte Waschung auf dieser Maschine. Es ist zweckmässig, den Nasstheil so zu bauen, dass man die gebrauchten Nassfilze der Papiermaschine darauf verwenden kann.

Wenn das gehäckselte Stroh nicht durch eine Windfege gegangen ist, wenn also die Knoten darin geblieben sind, werden sie sich auf dem Knotenfang sammeln und müssen von dem bedienenden Arbeiter abgenommen werden. Sind diese Rückstände nicht sehr unrein, so können sie entweder der jeweiligen folgenden Kocher-Füllung zugetheilt oder gesammelt und für sich verarbeitet werden. In einer der besten europäischen Fabriken bleiben sie in einem Vorrathskasten liegen, bis man durch Geruch den Beginn der Fäulniss erkennt — dann lassen sie sich ohne Schwierigkeit bleichen.

Falls die Fabrik mit Rührbütten versehen ist, aus denen die Bleichholländer gespeist werden, braucht man weder Siebcylinder noch Nassfilz und kann den Stoff unmittelbar von den Knotenfängen in die Bütte fliessen lassen. In den meisten Fällen wird es jedoch am zweckmässigsten sein, den Stoff, wie beschrieben, in feuchten Bogen oder Bahnen abzunehmen, da er in dieser Form wenig Raum einnimmt, sich leicht befördern und aufbewahren lässt.

Die nasse Reinigung muss stets vorgenommen werden, ehe das Stroh zermahlen ist, da sich schlecht gekochte Theile, wenn sie einmal feingemahlen sind, weder im Knotenfang noch auf andere Art ausscheiden lassen und, wenigstens zum Theil, ins Papier gelangen. Ihre Anwendung ist nicht nur der bereits erwähnten Vortheile wegen zu empfehlen, sondern auch, weil es durch sie möglich wird, die trockene Reinigung und Sortirung wesentlich zu beschränken. In vielen amerikanischen Fabriken wird der beschriebenen Maschine die Reinigung ganz überlassen und das Stroh in dem Zustande, wie es in die Fabrik gelangt, zu

Häcksel geschnitten und gekocht. Der Verf. hat auf diese Weise reines gutes Druckpapier aus Stroh erzeugt, würde jedoch neben der nassen Reinigung die Anwendung einer Reinigungs-Maschine für das gehäckselte Stroh in allen Fällen empfehlen, da sie, richtig angeordnet, garkeine Bedienung in Anspruch nimmt. Ob und wie viel Sortirung von Hand mit dem Stroh vorgenommen werden soll, hängt von der Güte des Rohstoffes und gewünschten Erzeugnisses ab.

**425. Mahlen und Bleichen.** Wirkliches Mahlen darf bei der Behandlung von Strohstoff garnicht stattfinden, da die Fasern schon kurz genug sind und durch Kochen freigelegt wurden. Man hat daher die zusammenliegenden Fasern ohne alles Schneiden von einander zu trennen und sie womöglich auch dann zu trennen, wenn sie nicht völlig von Inkrusten befreit sein sollten.

Soll die Verrichtung im Holländer vorgenommen werden, so müssen Grundwerk und Walzenschienen ganz stumpf sein; der Verf. hat sogar Strohstoff Jahre lang auf Grundwerken mahlen lassen, welche garkeine Messer enthielten, sondern nur aus einer glatten Gussplatte bestanden. Die ganze Arbeit beschränkt sich somit auf Schlagen und Bürsten und wird häufig mit den besonders dazu geeigneten Kingsland'schen und Kegel-Stoffmühlen ausgeführt, die auf Seiten 467 bis 476 beschrieben sind. Eine etwas veränderte Kingsland'sche Mühle ist vielfach von den Herren Dautrebande & Thiry in Huy gebaut und in europäischen Strohstofffabriken eingeführt worden. Der sehr verbreitete Thode'sche Mahlgang (Abschn. 432) hat den Vorzug, dass er keine Messer zum Mahlen braucht und den Strohstoff nur reibt, aber nicht schneidet, während er bei allzu kräftiger Behandlung in der Kingsland'schen Stoffmühle kurz und rösch wird.

Der zerfaserte Strohhalbstoff wird, auf gleiche Art wie Hadern, in Holländern gebleicht, welche mit Rührflügeln an Stelle von Walzen versehen sein mögen. Grosse, gemauerte, über den Abtropfkasten stehende Tröge eignen sich hierzu am besten. Die zum Bleichen erforderliche Menge Chlorkalk schwankt, je nach dem Fabrikationsverfahren, zwischen 16 bis 30 Pfund für 100 Pfund weisses Papier. In England und Schottland wird gewöhnlich keine Schwefelsäure beim Bleichen zugesetzt, während ihre Verwendung zu diesem Zweck in allen anderen Ländern als Regel gelten kann (vergl. Abschn. 84 und 85). Man muss jedoch mit Anwendung von Säure sehr vorsichtig sein, weil dieselbe leicht die Fasern angreift. Auf 100 kg lufttrockenen ungebleichten Stoff genügen 0,5 l 66prozentige Schwefelsäure, mit 20 bis 30 mal so viel Wasser verdünnt. Die von Lunge empfohlene Essigsäure (Seiten 176 u. 177) dürfte sich hierzu gut eignen, weil sie ganz unschädlich ist. In England und Schottland wird die bleichende Masse gewöhnlich im Holländer durch Einleiten von Dampf auf eine höhere Temperatur gebracht, und zwar erscheint eine Temperatur von 28 bis 30° R. am zweckmässigsten.

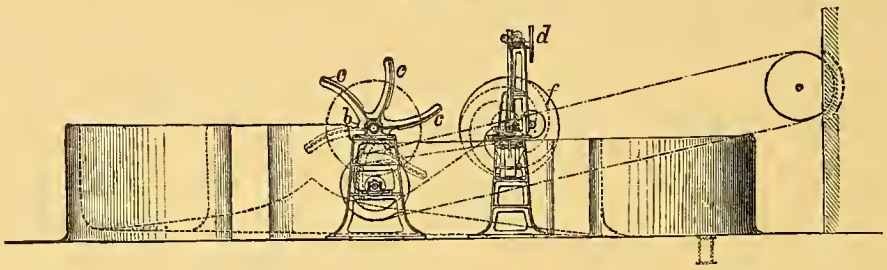
Beim Besuch einer Fabrik sah Verf. 1893 einen Bleichholländer, der etwa 1000 kg Stoff fasst und in jeder Hinsicht befriedigt. Derselbe ist von F. Banning in Düren gebaut und durch Figg. 1059 und 1060 in Auf- und Grundriss in 1 : 100 der wahren Grösse dargestellt.

Anstelle der Walze sind auf die Welle *a* drei Gusskreuze *b* gekeilt, die zur Befestigung von 6 Flügelbrettern *c* dienen, von welchen der Stoff über den Kropf weggeschoben und damit in Umlauf erhalten wird. Dieser Stofftreiber erfordert viel weniger Kraft als die übliche Walze und giebt keine Gelegenheit

zu Ablagerungen. Der Boden des Trogs fällt von dem im Aufriss punktirt gezeichneten Kropf ab bis zu dessen Anfang und sichert dadurch guten Umlauf. Die Welle macht nur 6 Umdrehungen in der Minute.

Trog, Kropf und Boden sind in Cementmauerwerk ausgeführt und widerstehen dem Angriff der Säuren sehr gut. Das Aeussere des Mauerwerks wurde,

Fig. 1059.



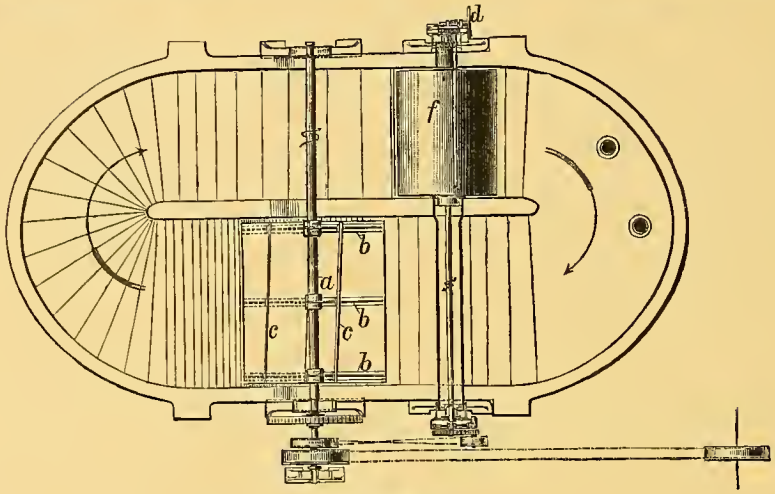




Fig. 1060.

nachdem es fest, aber noch nicht völlig hart geworden, mit trockenem Cement sorgfältig abgerieben und erhielt dadurch eine harte, glänzende Oberfläche, die porzellanartig erscheint.

Die Waschtrommel *f* wird durch Drehen des Handrads *d* gehoben und gesenkt.

Die Welle *a* ist mit Kupferblech bekleidet, und die Gusskreuze *b* werden mit Mennige gestrichen, wenn man nicht vorzieht, sie aus Bronce anzufertigen, damit sie der Bleichflüssigkeit widerstehen.

Der Holländer steht auf einem Gewölbe über einem oder mehreren Abtropfkasten, in welche er entleert wird. In diesen gemauerten Abtropfkasten liegt der Stoff auf Cement-Filtrirsteinen, deren untere Seite so gewölbt ist, dass sie unmittelbar auf dem Fussboden ruhen und doch Raum zum Abfluss des durchdringenden Wassers bieten. Dem rasch nach unten abziehenden Wasser strömt Luft nach und erhöht durch ihren Sauerstoff die Bleichwirkung. Der Boden hat Gefälle nach einer Ausfluss-Oeffnung hin, die in das Rohr einer Stoffpumpe mündet.

Soll der Kasten entleert werden, so rührt man den Stoff mit starkem Wasserstrahl aus einem Gummischlauch auf, setzt die Stoffpumpe in Bewegung und fördert den Stoff damit in die Stoffbütten der Entwässerungsmaschine, in hochliegende Bottiche oder andere Behälter. Mit dem beweglichen Wasserstrahl kann man leicht alle Theile des Kastens ausspritzen und zur Pumpe fliessen lassen. In einer Zellstoff-Fabrik sah Verfasser einen solchen Stoffkasten von $4 \times 2{,}5$ m Weite und 1,5 bis 2 m Höhe, der nach der Mitte zu auf 1 m ein Gefälle von 5 cm hat, während der ganze Boden zur Ausflussstelle bis 3 cm auf 1 m fällt.

Der in Abtropfkasten oder mit Maschinen entwässerte, gebleichte Strohstoff enthält, auch wenn er mit viel frischem Wasser abgelassen wurde, noch einen grossen Theil der beim Bleichen verwendeten und entstandenen sauern und chlorhaltigen Stoffe, welche man vielfach, wie bei gebleichten Hadern, durch Auswaschen entfernt. Die Fasern befinden sich jedoch im Strohstoff so fein vertheilt, dass ein Theil derselben ohne Zweifel beim Auswaschen des gebleichten Stoffes verloren geht, wenn nicht besondere Einrichtungen dafür getroffen werden. Will man in den Holländern waschen, so sollten die Trommeln mit sehr feinem Metalltuch überzogen sein und das Waschwasser durch einen Zeugfang geleitet werden. Wird der Stoff in Kasten abgelassen, so empfiehlt es sich, ihn durch gleichmässige Vertheilung von womöglich warmem Wasser über die Oberfläche der Zeugmasse zu waschen.

Zur Ersparung von Arbeit, Zeit und Fasern wäre es am zweckmässigsten, die Säuren durch zugesetzte Stoffe unschädlich zu machen und das Auswaschen ganz zu ersparen. In einigen Fabriken geschieht dies, indem man dem mit Dampf, aber ohne Schwefelsäure gebleichten und abgetropften Strohstoff beim Eintragen in den Ganzzeugholländer etwas Kalkmilch zusetzt und damit das freie Chlor sowie die Chlorwasserstoffsäure in Chlorcalcium überführt. Dieses an sich unschädliche Chlorcalcium veranlasst durch die Begierde, mit der es Wasser aufsaugt, die Gegenwart von Feuchtigkeit im Papier und beeinträchtigt damit seine Haltbarkeit. Wenn nur noch wenig Säure im Strohstoff enthalten ist, wenn man also nur wenig Kalk zusetzt, wird die Chlorcalcium-Menge so geringfügig, dass sie der Anwendung des Strohstoffes zu Mittel- und besonders Druckpapieren nicht im Wege steht, bei Schreibpapieren mag sie jedoch der Leimung schaden. Wir sind zwar nicht im Stande anzugeben, unter welchen Umständen und in welchem Grade dies der Fall ist, die Vorsicht gebietet aber, alles fern zu halten, was die sehr empfindliche chemische Umsetzung, welche wir Leimung nennen, stören könnte.

Will man Antichlor anwenden, so darf dies aus den Seite 247 angeführten Gründen nur saures schwefligsaures Natron $NaHSO_3 + 10$ aq sein, welches als klare Lauge von 40° Bé. oder als festes, weisses Pulver im Handel vorkommt. Da es als Nebenprodukt durch Einleiten von aus irgend welchen Verrichtungen stammender Schwefligsäure in Sodalösung gewonnen wird, so ist es sehr billig.

Die Chlorkalklösung greift nach Zerstörung des Farbstoffs den Zellstoff an, indem sie ihn in noch nicht ermittelter Weise so verändert, dass er in den Fabriken als *verbrannt* bezeichnet wird und kein gutes Papier mehr liefert. Es ist daher ebenso nothwendig als schwierig, die Stärke und Dauer ihrer Einwirkung so zu bemessen, dass die Grenze zwischen der Zersetzung der Farben und des Zellstoffs getroffen wird. Jedenfalls sollte aber die Bleichflüssigkeit, nachdem der

Stoff auf die gewünschte Weisse gebracht ist, so rasch als möglich entfernt werden, und ihre rasche Entfernung ist doppelt geboten, wenn sie in Folge der Anwendung von Schwefelsäure viel Chlorwasserstoffsäure enthält (vergl. Seite 169). Man hat nämlich die Erfahrung gemacht, dass Strohstoff, aus welchem die aus der Bleiche stammenden Stoffe nicht durch Waschen entfernt wurden, häufig in der Farbe wieder zurückgeht, d. h. dass er durch ihren direkten oder indirekten Einfluss einen Theil der erhaltenen Weisse wieder einbüsst.

Die Menge des erforderlichen Chlorkalks wurde zwischen sehr weiten Grenzen angegeben, weil sie hauptsächlich von mehr oder weniger vollkommenem Kochen abhängt. Wenn das Stroh, von fremden Beimischungen und Inkrusten befreit, zum Bleichen kommt, wird es von einer verhältnissmässig kleinen Menge Chlorkalk auf die gewünschte Weisse gebracht. Ist es aber noch mit Inkrusten behaftet, so muss die Chlorkalklösung sie zersetzen, ehe die von ihnen umhüllten Fasern gebleicht werden können. Die Chlorkalklösung kann dieser Aufgabe nur gerecht werden, wenn sie erheblich stärker ist als zum Bleichen des Zellstoffs allein nöthig wäre, und von einer solchen Lösung werden die bereits blossgelegten Fasern unfehlbar angegriffen. Wenn daher das Kochen mangelhaft ausgeführt ist, kann man wohl noch durch Anwendung einer vermehrten Menge Chlorkalk weissen Stoff aus dem Stroh erzeugen, doch nur auf Kosten seiner Güte, da die Fasern zum Theil eine Umwandlung erleiden und ihre Festigkeit und Biegsamkeit einbüssen. Der dabei stattfindende Gewichtsverlust — wenn ein solcher überhaupt nachgewiesen wird — ist noch nicht ermittelt.

Da man für schwache Chlorkalk-Lösungen ihres höheren Gehalts an Aetzkalk wegen mehr Säure braucht und mit dieser die Fasern schädigt, so empfiehlt sich, nach der Erfahrung einer grossen Zellstoff-Fabrik, die Anwendung starker Lösungen von 5—7° Bé. in solcher Menge, dass die Flüssigkeit im Bleichholländer nicht unter 0,14 pCt. wirksames Chlor enthält. Bei Anwendung starker Lösungen erfolgt das Bleichen rascher und mit etwa 10—20 pCt. geringerem Chlorkalk-Verbrauch als bei schwachen Lösungen.

Manche Fabrikanten halten es für nöthig, dem Stoff vor dem Bleichen etwas Alkali zuzusetzen, um die Fasern gegen die erwähnten Angriffe der Chlorkalklösung zu schützen.

Betreffs Wiederverwendung der gebrauchten Bleichflüssigkeit wird auf Abschn. 98 verwiesen.

Wegen Chlorgasbleiche wird auf das Seiten 225—228 darüber Gesagte verwiesen. Obwohl ihre kräftige Einwirkung viele Fehler ausgleicht und auch die Knoten bleicht, ist es doch vortheilhaft, sie durch die einfachere Nassbleiche zu ersetzen.

Ueber elektrische Bleiche liegen 1893 noch keine zuverlässigen Angaben vor.

**426. Bleichen in Drehkesseln.** In einer Anzahl amerikanischer Fabriken bedient man sich zum Bleichen eiserner Drehkessel von ähnlicher Bauart wie der in Figg. 55 und 56 dargestellte Kocher. Der Strohhalbstoff, die Bleichlösung und Schwefelsäure werden durch das Mannloch eingefüllt, der Deckel wird wieder festgeschraubt und der Kessel in Gang gesetzt. Dampf und Wasser können durch die hohlen Zapfen eingelassen werden.

Das Bleichen in solchen Kesseln wird dadurch möglich, dass sich ihr Inneres bald mit einer Kruste überzieht, welche das Eisen gegen die Angriffe der Säure schützt. Theile der äusseren Oberfläche, welche beim Entleeren mit der Flüssigkeit in Berührung kommen, mögen rostig werden, auch Theile der schützenden innern Kruste fallen manchmal ab, und es ist nicht zu leugnen, dass darin eine Quelle von Verunreinigungen liegt, doch sind dieselben nicht erheblich genug, um den Werth des gebleichten Stoffes wesentlich zu vermindern, oder dem Kessel selbst zu schaden.

Zu Gunsten der Drehkessel spricht der Umstand, dass kein Chlor entweichen kann, dass es also zum Bleichen verbraucht werden muss. Dieser einen guten Eigenschaft stehen jedoch, ausser den schon erwähnten (Abschn. 416), folgende schlechte gegenüber:

Der Fortgang des Prozesses kann nicht beobachtet werden, und die drehende Bewegung des Kessels, wenn sie auch sehr langsam, aber andauernd ist, veranlasst die Fasern sich in kleine Kugeln zu rollen. Eine Kesselfüllung von etwa 500 kg trockenen Stoffes wird zwar, bei einer Umdrehung in der Minute, gewöhnlich in etwa 2 Stunden gebleicht, doch kommt es vor, dass man den Stoff beim Oeffnen des Mannloches nicht weiss findet, dass also das Bleichen fortgesetzt werden muss, und in solchen Fällen tritt manchmal die Kugelbildung ein. Die zusammengerollten Fasern können allerdings durch entsprechende Behandlung im Holländer, oder besser noch im Mahlgang, wieder ausgestreckt werden, aber es ist zweckmässiger, die Schwierigkeit ganz zu vermeiden, wenn sie nicht durch einen erheblichen Vortheil aufgewogen wird.

Ende der sechziger Jahre wurde in Amerika das patentirte, sogen. *hydrostatische* Verfahren vielfach eingeführt. Es besteht darin, dass man Strohhalbstoff mit frischer Chlorkalklösung in einen starken Drehkessel schliesst, diesen in Gang setzt und mit einer Druckpumpe die abgetropfte Flüssigkeit einer früheren Füllung durch einen der hohlen Zapfen einpumpt, bis das Manometer einen Druck von etwa 7 Atmosphären zeigt. Nachdem der Druck einige Zeit auf dieser Höhe erhalten worden, ist das Bleichen zu Ende, und der Kessel wird entleert.

Die Patentbesitzer empfehlen die Anwendung einer verhältnissmässig geringen Menge Natron und niedriger Temperatur beim Kochen und erzeugen auch wirklich aus einer gegebenen Menge Stroh eine genügende Menge weissen Stoff; das damit angefertigte Papier ist jedoch hart und glasig. Es kann kaum bezweifelt werden, dass die Chlorkalklösung unter dem grossen Druck in das Innerste der zu bleichenden Stoffe dringt, und dass ihre Wirkung vielleicht dadurch verstärkt wird. Die erzielte Ersparniss von Soda und Temperatur wird aber mit der geringeren Güte des Stoffes zu theuer erkauft.

**427. Manchester Paper Co.** Die Fabrikationsweise der Manchester Paper Co. bei Poughkeepsie in New York soll hier angeführt werden, weil mit ihr in der Zeit von 1860—70 jahrelang Papiere *aus Stroh allein* erzeugt wurden, welche sich durch Weiche, Weisse und Reinheit vor andern Strohpapieren auszeichneten und als bessere Druck- und Schreibsorten stets gern Abnehmer fanden.

Das von den Farmern der Umgebung in sehr reinem Zustand abgelieferte Roggenstroh wurde zunächst in Stückchen von $1^1/_2$ bis 2 cm Länge geschnitten und ging auf dem Zuführtisch der Häckselmaschine durch die Hände eines Arbeiters,

welcher das Unkraut aussuchte. Das gehäckselte Stroh wurde in einer Kornreinigungsmaschine von Körnern und schweren Verunreinigungen, aber nicht von Knoten befreit und dann durch einen patentirten Quetscher *crusher* geführt, welcher aus zwei kurzen schweren eisernen Walzen besteht, die mit verschiedenen Geschwindigkeiten umlaufen. Die Walzen müssen so nahe zusammenkommen, als es ohne Berührung möglich ist, damit die durchgehenden Strohhalme und Knoten zerquetscht und für die Einwirkung der Lauge zugänglicher werden. Das zerdrückte Stroh wurde mit 600 Liter Aetznatron-Lauge von 3 bis $3^1/_2$ Grad Beaumé auf je 100 kg in waagerechte cylindrische Drehkessel gefüllt und 5—8 Stunden lang mittels direkter Ofen-Heizung einer Spannung von etwa fünf Atmosphären unterworfen.

Die gebrauchte Lauge fand keine Verwendung, sie wurde in einer grossen Bütte mit doppeltem Boden, von der Seite 1138 beschriebenen Art, gründlich herausgewaschen und floss in den Mühlbach. Der gewaschene Halbstoff wurde in eine Rührbütte abgelassen und von dieser einer Kingsland'schen Stoffmühle zugepumpt, welche alle beim Kochen nicht völlig zerlegten Knoten und Faserbündel durch schwaches Mahlen, sogen. Bürsten, öffnete und den Stoff in eine Reihe von Abtropfkasten fliessen liess. Der entwässerte Stoff wurde dann in einem Holländer gewaschen und gebleicht und in eine zweite Reihe Abtropfkasten abgelassen. Nachdem das gebleichte Stroh durch Versetzen mit Leim, Farbe und Erde im Holländer in Ganzzeug verwandelt war, wurde es noch durch eine zweite Kingsland'sche Stoffmühle und erst dann auf die Papiermaschine geführt.

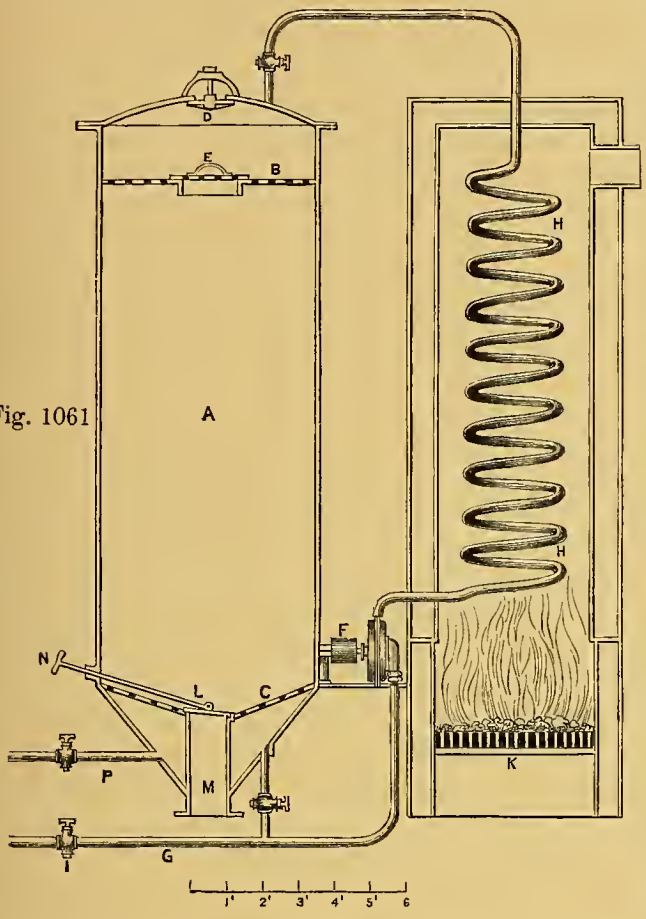
Die Besitzer versicherten, dass sie aus 100 kg Stroh durchschnittlich 50 kg Papier erhielten, und sie schrieben dies günstige Ergebniss, sowie die Güte des Fabrikats, mehr der Sorgfalt zu, mit welcher die einzelnen Verrichtungen ausgeführt wurden, als den Einrichtungen. Sie arbeiteten, wie sie sagten, stets auf Güte — nicht auf Menge.

Später wurde die Fabrikationsweise dahin geändert, dass man das Papier nicht mehr aus Stroh allein, sondern aus Stroh, Esparto und Hadern bereitete. Auch wurden die Kocher, welche sowohl für Stroh wie Esparto dienten, nicht mehr mit freiem Feuer, sondern mit überhitztem durch die hohlen Zapfen eingeführtem Dampf geheizt und, anstatt sie fortwährend in Bewegung zu erhalten, liess man sie nur in bestimmten Zeitabschnitten einige Umdrehungen machen. Die Fabrik hatte trotz guter Papiere keinen dauernden Erfolg und ist längst eingegangen.

**428. Dixon's Kocher.** John Dixon erhielt im Jahre 1864 Patente für den in Fig. 1061 dargestellten Kocher. Er besteht aus einem senkrechten Cylinder *A*, welcher mit angenieteten Flanschen in solcher Stellung auf seitlichem Gebälk oder Mauerwerk befestigt ist, dass er mit dem obern Theil einige Fuss über den Boden ragt, worauf das einzufüllende Stroh gelagert ist. Ein dort stehender Mann kann den Mannlochdeckel *D*, sowie den Deckel *E* der innern, durchlöcherten Querwand *B* leicht abnehmen und den Aufnahmeraum von 180 cm Durchmesser und 450 cm Höhe durch gleichzeitiges Einschütten und Mischen von Häcksel und heisser Lauge so voll packen, dass er bis zu 2000 kg Stroh fasst. Der Rest der erforderlichen Lauge fliesst aus einem oberen Behälter durch das Rohr *G* zu der Dreh- (rotirenden) Pumpe *F*, von welcher sie durch das Schlangenrohr *H* in den obern Theil des Kochers befördert wird. Den weiteren Zufluss von

Lauge verhindert man durch Abschluss des Rohres *G* mittels des Hahnes *I*. Die Lauge wird von der durchlöcherten Platte *B* gleichmässig über die Oberfläche der Strohmasse vertheilt, sickert durch dieselbe, sammelt sich unter dem durchlöcherten Boden *C* und fliesst durch das Rohr *G* wieder zur Pumpe, welche sie durch die Schlange *H* in den Kessel treibt, von wo sie denselben Kreislauf wiederholt.

Fig. 1061




Die Schlange *H* besteht aus einem besonders starken, schmiedeeisernen Rohr von 5 cm Durchmesser, befindet sich in einem gemauerten Ofen und wird von dem Rost *K* aus geheizt. Die Spannung, welche durch den im Rohr *H* entwickelten Dampf erzeugt wird, kann durch entsprechende Führung des Feuers geregelt und mittels auf dem oberen Theil des Kessels *A* angebrachter Manometer und Sicherheitsventile beobachtet werden. Dixon empfiehlt eine Spannung von 5 Atmosphären. Er stellte zwei oder mehr Kessel nebeneinander und füllte einen derselben mit 2 bis 3 cm dicken Holzscheibchen. Dieses Holz wurde mit einer Lauge von 9 bis 10° Beaumé gekocht, welche man dann durch das Rohr *P* in einen mit Stroh gefüllten Kocher blies, wo sie vollends ausgenützt werden sollte. Da jedoch die genaue Befolgung dieser Vorschrift keine guten Ergebnisse lieferte, arbeiteten die Fabrikanten anfangs der siebziger Jahre auf folgende Weise:

In einem der Kessel wurden etwa 3000 Pfund (1 cord) lufttrockenes Pappelholz mit einer aus 1000 Pfund Soda von 48 pCt. bereiteten Aetznatron-Lauge in beschriebener Weise gekocht. Die Lauge wurde jedoch nach beendigter Kochung nicht direkt in einen mit Stroh gefüllten Kessel, sondern in einen oberen Behälter geblasen, von da aus der für zwei oder drei Strohfüllungen nöthigen frischen Lauge zugetheilt, und bei dieser Zutheilung jedesmal durch Einleiten von Dampf erhitzt. Die direkte Anwendung der für Holz gebrauchten Lauge zum Kochen von Stroh hat sich nicht bewährt, weil die dem Holze entzogenen Inkrusten die Flüssigkeit so dick und klebrig machten, dass sich kein regelmässiger Umlauf damit herstellen liess. Die Fabrikanten versicherten, dass sie auf die beschriebene Weise für jede aufgewendeten 50 Pfund Soda von 48 pCt. 25 Pfund Holzganzzeug, und 75 Pfund Strohganzzeug, oder 100 Pfund weisses Papier erhielten.

Kochte man Stroh allein in diesen Kesseln, so brauchte man auf 100 kg Stroh 450 Liter einer aus 16 bis 20 kg Soda von 48 pCt. bereiteten Aetznatronlauge.

Nach Beendigung des Kochens öffnet man mittels Schraube und Handhabe *N* den Schiebdeckel *L* und lässt den Inhalt in einen darunter befindlichen Behälter ab. Da sich noch etwas Spannung im Kessel befindet, wird der Stoff mit Heftigkeit hinausgeblasen und würde umhergespritzt werden, wenn der Aufnahmebehälter nicht von allen Seiten dicht eingeschlossen wäre. Den von der ausgeleerten Masse aufsteigenden Dampf lässt man durch ein der Empfangskammer aufgesetztes Blechrohr abziehen.

Dieses scheinbar sehr einfache Verfahren hat auch seine Schwierigkeiten. Wenn die Lauge in dem Schlangenrohr übermässig erhitzt wird, steigt der Dampfdruck manchmal plötzlich um 3 bis 5 Atmosphären und presst das Stroh, anstatt die Lauge durchzutreiben, zu einer so festen Masse, dass die Lauge nicht mehr durchsickern kann.

Um dies zu verhindern, sorgt man durch ein die Decke und den Boden des Kessels *A* ausserhalb verbindendes Rohr dafür, dass sich der Dampfdruck in allen Theilen stets gleich stellt. So oft es erforderlich ist, kann durch ein unterhalb des durchlöcherten Bodens *C* eintretendes Rohr frischer Dampf eingelassen werden, welcher das Stroh beim Durchströmen lockert — was zu Anfang einer Kochung stets geschieht. Als drittes und bestes Mittel dient jedoch ein tüchtiger, zuverlässiger Heizer, welcher das Feuer so zu führen weiss, dass die Dampfspannung nur wenig schwankt.

Nach vielen Versuchen mit zahlreichen Arten von Pumpen ist man zu dem Schlusse gekommen, dass die mit Centrifugalkraft, also mit grosser Geschwindigkeit arbeitenden am zweckmässigsten sind, weil die Lauge in ihnen rasch an den Umfang geworfen und von der Stopfbüchse entfernt wird, und weil die besseren Pumpen dieser Art keine Theile haben, welche sich verkleben und den Umtrieb stören könnten. Die vielfach angewandte *soapstone-packing* hat sich beim Verpacken der Stopfbüchsen am besten bewährt, da sie der Lauge am längsten widersteht.

Von den feinen Fasern, welche die Lauge mitnimmt, sowie von den dem Stroh entzogenen Stoffen, welche sie enthält, setzen sich Theilchen an den inneren Wänden des Schlangenrohres *H* ab, und zeitweise häufen sie sich zu solchen Mengen, dass sie das Rohr völlig verstopfen. Ansammlungen dieser Art brennen sich so fest, dass sie durch Pumpen, Haken und dergl. nicht beseitigt werden. Man muss in solchen Fällen die Verbindung des Rohrs mit dem oberen Theil des Kessels lösen, so viel Wasser als möglich in das Rohr pumpen, es mit einem Hahn unten zuschliessen und auch von der Pumpe abschrauben. Wenn man dann das zwischen der Verstopfung und dem unteren Hahn eingeschlossene Wasser durch Feuer in Dampf verwandelt, wird es, sobald die erforderliche Spannung erreicht ist, wie Pulver in einer Kanone das Hinderniss mit Knall hinaustreiben.

Diese Schwierigkeiten zeigen sich erst gegen das Ende des Kochens, weil der Umgang der Lauge mit der fortschreitenden Umwandlung des Strohs in Zellstoff immer schwieriger wird. Trotz derselben war der Dixon'sche Kessel 1872 schon mehr als 6 Jahre in den Ashland mills und in den Inquirermills in Manayunk

bei Philadelphia, sowie in mehreren anderen Papierfabriken im Gang. Derselbe hat jedoch keine weitere Verbreitung erlangt und musste einfacheren Kochern Platz machen.

**429. Kochen mit Wasser.** Wenn man Stroh in weichem Wasser kocht, löst sich ein Theil seiner Inkrusten und setzt sich nach Zugabe eines Alkalis als gallertartige Masse aus der vorher filtrirten Flüssigkeit ab.

Die niedergeschlagenen Stoffe sind somit in Wasser löslich, aber nicht in alkalischen Flüssigkeiten, und aus diesem Umstande lässt sich der Schluss ziehen, dass man Stroh vor dem Kochen mit alkalischen Laugen von den in Wasser löslichen Bestandtheilen befreien sollte. Dr. Charles M. Cresson in Philadelphia hat sich als chemischer Beirath der amerikanischen Holzpapier-Gesellschaft (American Wood Paper Co.) viele Jahre lang eingehend mit der Umwandlung roher Pflanzen in Papier beschäftigt und das Ergebniss zahlreicher Versuche in einem, am 11. Juli 1871 bewilligten Erfindungspatent niedergelegt. Folgende daraus entnommene Stelle giebt das Wesentliche seines Gedankens:

Ich habe gefunden, dass man dem Stroh durch Kochen in gewöhnlichem weichem Wasser Bestandtheile entziehen kann, deren Gewicht, je nach der zum Kochen verwendeten Wassermenge, Zeit und Temperatur, in einzelnen Fällen mehr als 70 Procent des Gewichts des behandelten Strohs beträgt. Wenn das Stroh mit mässigen Wassermengen und nicht zu hoher Temperatur gekocht wird, verliert es die glänzende Farbe und die ihm eigene Steifheit, wird weich, biegsam und lässt sich in Streifen spalten, welche jedoch ohne weitere chemische Behandlung weder gutes Papierzeug liefern, noch sich leicht bleichen lassen. Wenn man Stroh mit zu hoher Temperatur kocht, löst es sich zu einer fasrigen dunkelfarbigen Masse auf, welche bei nachheriger Behandlung mit mässigen Mengen Alkali und Chlorkalk keinen Stoff mehr ergiebt, der sich zur Anfertigung von weissem Papier eignet. Ich habe auch gefunden, dass die dem Stroh durch Kochen mit Wasser entzogenen Stoffe sauer reagiren, und dass sie beträchtliche Mengen von Alkali neutralisiren. Ich habe auch gefunden, dass man mit der ausgezogenen sauern Lösung Theile der inkrustirenden Bestandtheile des Strohs leichter lösen kann als mit Lösungen ätzender oder kohlensaurer Alkalien.

Dr. Cresson sagt weiter, dass man in Folge dieses Kochens mit Wasser zu den folgenden Koch- und Bleichprozessen viel weniger Alkali und Chlorkalk als bei den üblichen Verfahren braucht. Er empfiehlt, dem Stroh zur Fabrikation geringer Papiere durch Kochen mit seinem 6- bis 9fachen Gewicht Wasser in offenen Gefässen 12 bis 20 Procent seines Gewichts zu entziehen. Zur Anfertigung feiner Papiere soll das Stroh in geschlossenen Gefässen unter Druck gekocht werden und dabei 20 bis 40 Procent seiner Masse verlieren.

Die Vorschriften zur Ausführung des Gedankens können hier übergangen werden, da sie keine dauernde Anwendung gefunden haben.

Morris L. Keen leitete viele Jahre lang die Fabriken der American Wood Paper Co. bei Philadelphia und scheint durch ausgedehnte Erfahrung in der Behandlung roher Pflanzen auf ähnliche Gedanken wie Dr. Cresson gekommen zu sein. Die wichtigsten von seinen vielen Patenten sind in der ersten Ausgabe dieses Buches beschrieben. Eines derselben deckt ein Verfahren, wonach er das in einem senkrechten Kocher befindliche Stroh abwechselnd mit Wasser und Natronlauge behandelt, welche beiden Flüssigkeiten in danebenstehenden mit Feuer geheizten Kesseln erhitzt werden. Einige Patentschriften zeigen ausser dem Kochen mit Wasser auch Einrichtungen zum Durchführen der Lauge und gleichzeitigem Zermahlen oder Zerkleinern des Strohs im Innern der Kocher. Da dieselben jedoch seit Niederschrift der ersten Ausgabe d. Buches 1872 keine Verwendung in den Fabriken gefunden haben, so werden sie hier nicht wiedergegeben.

Die Ersparniss an Chemikalien, welche Dr. Cresson und Keen durch vorheriges Kochen mit Wasser erzielen wollen, ist von sehr zweifelhaftem Werth. Da man durch Anwendung von Natrium-Sulfat anstelle von Natron und durch Wiedergewinnung des Natrons jetzt, 1893, den Aufwand für Chemikalien auf eine verhältnissmässig geringe Summe vermindert hat, so scheint das vorherige Kochen mit Wasser entbehrlich.

Keinesfalls würde die dadurch ermöglichte Ersparniss an Chemikalien den für dies Vorkochen erforderlichen Aufwand an Einrichtungen, Brennstoff und Zeit aufwiegen.

**430. Thiry's Verfahren.** Herr F. Thiry ist der Erfinder eines Verfahrens zur Bereitung von Strohstoff, welches von seinem Hause H. Dautrebande & F. Thiry in Huy, Belgien, vielfach ausgeführt wurde. Es ist unter anderen in der

Fig. 1062.

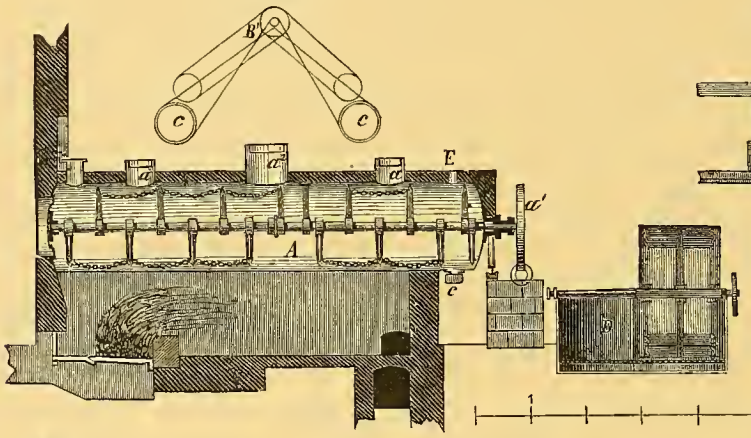
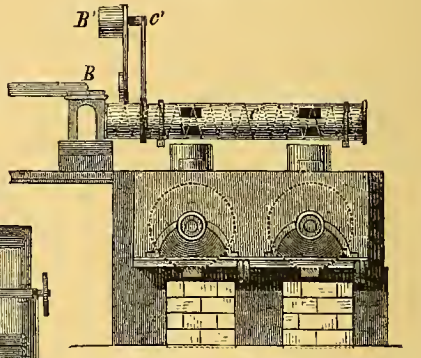



Fig. 1064.



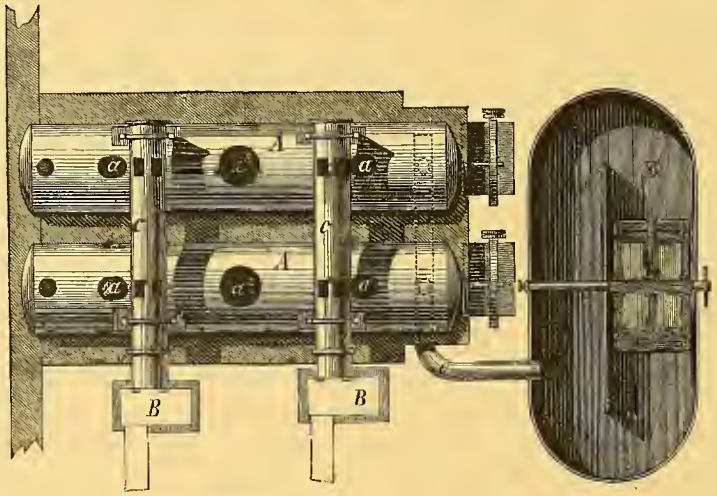




Fig. 1063.

Godin'schen Papierfabrik in Huy und bei Herren Dambricourt frères bei St. Omer in Anwendung.

Fig. 1062 ist ein Längsschnitt, Fig. 1063 Grundriss und Fig. 1064 ein Aufriss von der Triebseite einer solchen Anlage. Das Stroh wird durch zwei,

von Riemscheiben $B^1$ aus getriebenen Häckselmaschinen $B$ zerkleinert und fällt unmittelbar in archimedische Schrauben $c$, welche von Riemscheiben $c^1$ in Bewegung gesetzt werden und das Stroh ohne menschliche Beihilfe durch die Mannlöcher $a\ a$ in die Kessel $A\ A$ befördern. Die Schraubenrohre $c$ sind zu diesem Zwecke mit Oeffnungen versehen, welche man durch Rinnen oder Tröge mit den Mannlöchern in Verbindung setzt oder mit übergeschobenen Rohrstücken verschliesst. In jedem der Kessel $A$ befindet sich eine durchgehende waagerechte Welle, welche mit vielen gusseisernen Armen versehen ist und von einem Schraubenradgetriebe $a^1$ in langsame Bewegung gesetzt wird. Die Enden der gusseisernen Arme sind durch eiserne Ketten verbunden, welche in der untern Hälfte des Kessels auf dem Kesselboden hinschleifen, diesen beständig rein fegen und das Stroh nicht nur fortschieben und zum Platzwechsel zwingen, sondern auch zerdrücken. Während Stroh eingefüllt wird, lässt man gleichzeitig durch die Mannlöcher $a$ die Lauge eintreten und setzt das Getriebe $a^1$ in Gang, wodurch sich der von trockenem Häcksel eingenommene Raum sofort bedeutend verringert und die Füllung des Kessels zu voller Aufnahmefähigkeit ermöglicht. Er enthält dann 1000 kg Häcksel und 7000 Liter einer kaustischen Lösung von 230 bis 250 kg kalzinirter, 48prozentiger Soda, welche man 4 bis 5 Stunden lang mit 5 Atmosphären Ueberdruck kocht und in den Waschtrog $D$ ablässt. Das Ablassventil kann durch eine besondere Vorrichtung von $E$ aus geöffnet werden und gestattet den Ausfluss in den 40 cm breiten und 25 cm hohen vierseitigen Kanal $e$ aus Eisenblech, welcher oberhalb $D$ endet. Die mittleren Mannlöcher $a^2$ sind zum Einsteigen in den Kessel bestimmt. Die Kessel sind so gelegt, dass sie nach dem Ablassventil hin etwas Fall haben, wodurch, in Verbindung mit der Bewegung der Rührer, eine vollkommene Entleerung bewirkt wird.

Die Kessel können, wie in der Zeichnung angegeben, mit direktem Feuer geheizt werden, und in mehreren der grössten Fabriken wird seit Jahren ausschliesslich auf diese Weise gearbeitet. Dabei ist jedoch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass durch etwaigen Bruch mehrerer Rührerarme ein Theil der Masse auf dem Boden liegen bleibt, dass das durch eine Strohschicht von der Flüssigkeit getrennte Blech glühend wird und dass durch zufälliges Zusammentreffen aller dieser Umstände eine Explosion erfolgt. Herr Thiry zieht desshalb vor, gar kein freies Feuer mit dem Kessel in Berührung zu bringen und ihn nur mit Dampf zu heizen. Die Herren Dambricourt frères in St. Omer kochten, als Verfasser 1873 die Fabrik besuchte, schon seit längerer Zeit ausschliesslich mit Dampf in Thiry'schen Kesseln und waren mit den Ergebnissen ebenso zufrieden wie beim Kochen mit freiem Feuer. In einer anderen Fabrik machte man beim Bruch der Rührketten die oben erwähnte Erfahrung und stellte infolgedessen Kocher anderer Bauart auf.

Der Waschtrog $D$ ist mit einem Flügelrührer versehen, welcher den gekochten Stoff mit dem, durch den gelochten doppelten Boden eindringenden frischen Wasser einige Minuten lang mischt, dann stillgestellt wird, bis das Wasser wieder abgelassen ist; man wiederholt das Waschen, bis nur noch reines Wasser wegfliesst. Sobald dies der Fall ist, wird $D$ in eine tiefer stehende Rührbütte oder Cisterne entleert, aus welcher der Stoff behufs völliger Zerfaserung mit einer Pumpe auf eine Kingsland'sche Stoffmühle oder auf einen Mahlgang (siehe

Abschnitt 432) befördert wird. Aus der zweiten Rührbütte, worin er sich dann wieder sammelt, wird der Stoff nach Bedarf in die Bleichholländer gepumpt und mit einer Lösung aus 11 kg trockenem Bleichkalk auf 100 Pfd. rohes Stroh, zu völliger Weisse gebracht. Bei Anordnung dieser Anlage hatte sich der Erfinder offenbar die Aufgabe gestellt, die Verwandlung von Stroh in guten Papierstoff mit möglichst geringem Aufwand von Handarbeit zu bewirken, und dies ist ihm gelungen. Das Stroh wird, von der Häckselmaschine an, ohne irgend welche Hantirung von einer Vorrichtung zur andern befördert, bis es in weisses Ganzzeug verwandelt ist, und sogar das Füllen der Kessel geht in selbstthätiger Weise vor sich.

**431. Römer's Verfahren.** Herr Julius Römer, früher technischer Leiter der Papierfabrik Steyrermühl bei Gmunden, Oesterreich, hat daselbst und an anderen Orten, im Verein mit der Maschinenfabrik der Herren Gebr. Sachsenberg in Rosslau a. d. Elbe, folgende Koch-Einrichtung getroffen.

Dieselbe ist durch Figuren 1065 und 1066 im Aufriss von zwei Seiten, und durch Fig. 1067 im Grundriss dargestellt. Das Stroh wird durch den Trichter *a*, welcher bei Fig. 1065 in, und bei Fig. 1066 ausser Thätigkeit gezeigt ist, in den Lauger *A* gefüllt. Dieser Lauger ist ein kugelförmiger Kessel von 280 cm Durchmesser, welcher mittels zweier Zapfen *c* auf den an Säulen *e* befestigten eisernen Querbalken *d* gelagert ist und durch ein Schneckenradgetriebe *f* in Bewegung gesetzt wird. Die Mitnehmer *h*, Fig. 1166, sorgen dafür, dass das Stroh nicht unten liegen bleibt, sondern der Drehung folgt. Ein solcher Kessel fasst 1000 kg Häcksel, welche zum Zweck des Einfüllens genau abgewogen werden. In einem Blechbottich werden gleichzeitig 11 bis 13 kg englisches Aetznatron *caustic soda* von 70 Procent auf jedes 100 kg Häcksel in kaltem Wasser gelöst und gleichfalls in den Lauger *A* gegeben. Die Soda wird dabei mit nur so viel Wasser gemischt, als man braucht, um eine Flüssigkeit zu erhalten, welche zum Durchdringen des Strohes nach allen Richtungen ausreicht. Nach vollendeter Füllung wird die Oeffnung mittels des Deckels *g* und zugehörigen Schrauben dicht verschlossen, der Lauger in Bewegung gesetzt und erst nach mehrstündiger Drehung wieder geöffnet. Damit ein solcher Lauger *A* den Stoff für zwei Kocher *B* und $B^1$ bereiten könne, ist er so aufgestellt, dass er sich in einen hölzernen, mit Blech ausgekleideten Kasten *i* entleert, welcher um seitliche Zapfen drehbar ist und mit Hilfe zweier vierkantiger Hölzer so gestellt werden kann, dass er je nach der Lagerung dieser Hölzer auf den Stühlen *b b* oder $b^1 b^1$ das Stroh in den Kocher *B* oder $B^1$ führt.

Die Kocher $BB^1$ sind cylindrische Kessel von 156 cm Durchmesser und 300 cm Länge, welche mit Zapfen *t t* auf Gussständern gelagert sind und von einer Riemscheibe aus durch dreifache Radübersetzung in drehende Bewegung gesetzt werden. Man öffnet den Deckel *k*, indem man seine 32 Schrauben löst, die Ketten eines darüber hängenden Flaschenzuges in die Griffe *XX* einhakt und dann aufzieht. Die Art der Befestigung einer der 32 Schrauben ist in Fig. 1068 im Querschnitt in 1 : 10 der wahren Grösse dargestellt. Der waagerechte kurze Theil des Tförmigen Bolzens *c* ist in dem äussern gusseisernen Kranz des Deckels *k* so gelagert, dass der Bolzen *c* nach Lösung der Mutter seitlich durch die Schlitze *d* und *e* herausgedreht werden kann. Die Bolzen bleiben somit bei Abnahme des

Deckels in dessen äusserem Kranze hängen. Die Art der Dichtung durch Ineinanderpassen der äusseren Kränze ist gleichfalls aus dieser Zeichnung ersichtlich.

Nachdem die mit Soda gesättigte Strohmasse in schon beschriebener Weise mit Hilfe des Kastens *i* eingefüllt ist, wird der Deckel wieder aufgesetzt und der Lufthahn *z*, sowie der Dampfhahn *s* geöffnet. Sobald die im Kessel enthaltene Luft verdrängt ist, sobald also Dampf aus dem Hahn *z* strömt, schliesst man diesen und setzt den Kessel in

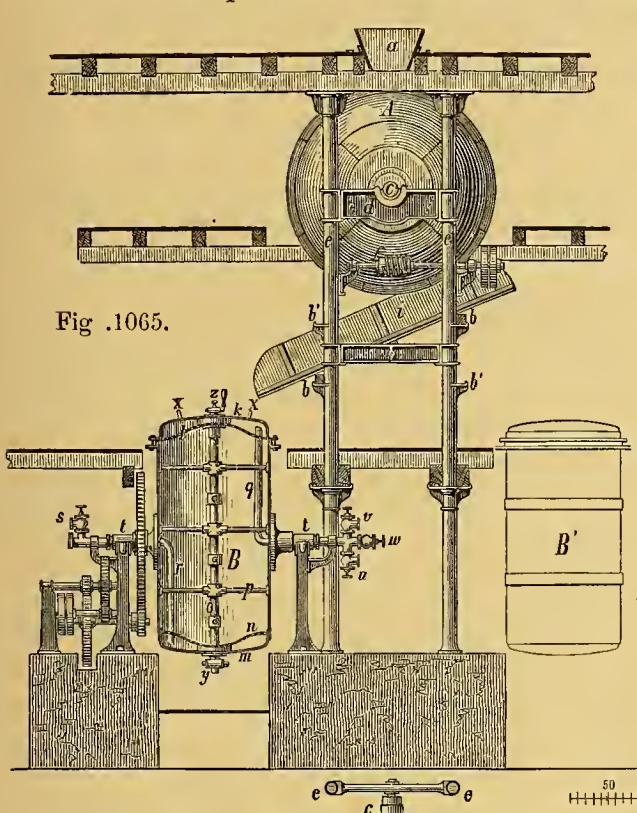



Fig .1065.

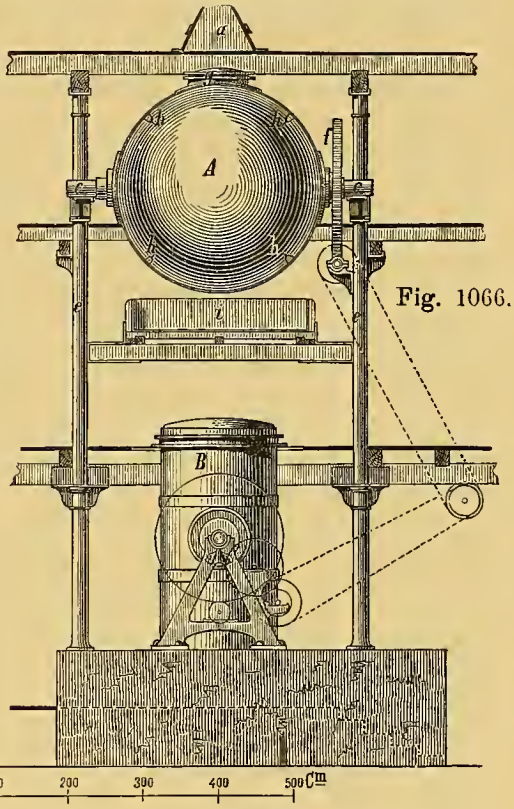



Fig. 1066.

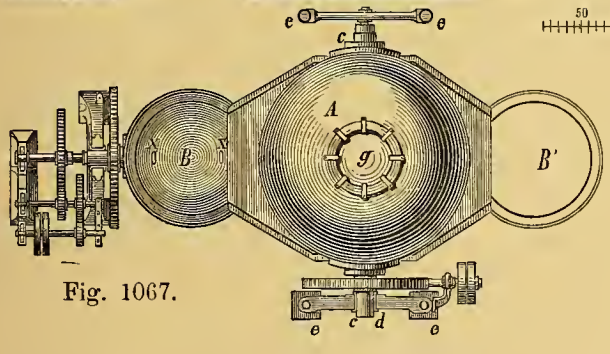



Fig. 1067.

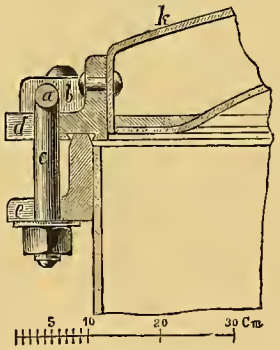



Fig. 1068.

drehende Bewegung. Dann öffnet man auch noch den Dampfhahn *v* und lässt durch die beiden Zapfen und die anschliessenden Rohre *r* und *q* Dampf in die von dem durchlöcherten doppelten Deckel *l* und dem durchlöcherten doppelten Boden *n* gebildeten Hohlräume treten. Um eine gründliche Vertheilung des Dampfes, sowie des später einzuleitenden Waschwassers durch die Masse des Strohes zu bewirken, sind *l* und *n* durch ein in der Axe des Cylinders stehendes Rohr *o* verbunden, von dem sechs Systeme radial ge-

stellter Röhren *p* nach den Wänden gehen, wo sie befestigt sind. Alle diese Röhren sind, wie *l* und *n*, mit Löchern besäet und machen es dem Dampfe leicht, alle Theile der zu kochenden Masse zu erreichen. Der Dampf soll auf etwa $4^1/_2$ Atmosphären Ueberdruck gespannt, womöglich auch überhitzt sein und durch Sicherheitsventil und Quecksilbermanometer in der Hauptleitung geregelt werden. Die Dampfeinströmung wird, je nach der Güte des Strohes, mehrere (etwa 4—5) Stunden unterhalten, und der Kessel bleibt dabei fortwährend in Bewegung.

Nach beendetem Kochen wird der Kessel, mit dem Deckel nach oben, zur Ruhe gestellt, *s* und *v* geschlossen, der Dampf durch den Hahn *w* abgeblasen und die Lauge durch den Hahn *y* ohne Druck abgelassen. Der Kessel wird dann durch den Hahn *u* mit Wasser gefüllt, in drehende Bewegung gesetzt und sein Inhalt durch eintretenden Dampf wieder erhitzt. Nachdem das Stroh auf diese Weise Gelegenheit zu gründlicher Vermischung mit der neuen Flüssigkeit gefunden hat, giebt man ihm durch Stillstand des Kessels Zeit, sich wieder abzusetzen, lässt auch währenddessen den Dampf abblasen und zieht dann erst das Waschwasser durch den Hahn *y* ab. Diese Waschung wird gewöhnlich dreimal wiederholt, bis das Wasser ganz rein abfliesst, wodurch sie etwa 10 Stunden Zeit in Anspruch nimmt. Das gekochte Stroh wird durch Behandlung mit heissem Wasser unter Drehung des Kessels aufs vollkommenste gewaschen, und ebenso richtig ist es, dass dem Stroh Zeit zum Absetzen gegeben wird, ehe man das Wasser abfliessen lässt, weil man ihm dadurch die Möglichkeit benimmt, feine Fasertheile, welche in bewegter Flüssigkeit vereinzelt umherschwimmen, mitzunehmen. Herr Römer hat die abfliessenden Laugen und Wasser durch Siebe von Nr. 100 und sogar von Nr. 150 fliessen lassen, konnte aber keine nennenswerthen Fasermengen auffangen, und er schreibt das starke Stoffergebniss (50 pCt.) besonders diesem sorgfältigen Waschen zu. Der Aufwand von Brennstoff zum Erwärmen des Waschwassers soll sehr unbedeutend sein, da für einen Kessel Stroh nur 600 Kub.-Fuss auf 30 bis 35 Grad erwärmtes Wasser nöthig sind.

Behufs Entleerung wird der Deckel *k* wieder abgenommen und der Kocher gedreht, bis die Oeffnung nach unten steht und den Inhalt in die darunter befindliche Abtropfcisterne fallen lässt. Nachdem die Flüssigkeit dort abgelaufen ist, wird der Stoff mit Tragbütten und Aufzug in das obere Stockwerk gebracht, in einem Holländer schwach vorgebleicht und in Rührbütten abgelassen. Aus diesen pumpt man den Stoff auf einen Mahlgang von der in Abschnitt 432 beschriebenen Art, von wo er wieder in einen Holländer fliesst, um fertig gebleicht und in Kasten abgelassen zu werden. Zum Bleichen der in der Steyrermühl fabrizirten fünf Sorten Strohstoff werden, je nach der gewünschten Qualität, von 8 bis 15 Pfund Chlorkalk auf 100 Pfund Stroh verwendet.

Herr Römer erzielt, wie die englischen Fabrikanten, bessere Ergebnisse durch Anwendung von kaustischer Soda als mit kaustizirter Lauge, welche aus kalzinirter Soda bereitet wird, und von verschiedenen Sorten kaustischer Soda zieht er die mit hohem Prozentgehalt vor. Er schliesst aus seinen Erfahrungen, dass durch die kalzinirte Soda Salze in die Lauge kommen, welche die Auflösung der Inkrusten erschweren.

Bei Ankauf von Stroh, gleichviel ob Roggen- oder Weizenstroh, hat Römer Zahlung zu drei verschiedenen Preisen eingeführt. Diese Abstufungen veranlassen die

Landleute, das Stroh so sorgfältig zu behandeln, dass es womöglich in die beste Klasse kommt. Das zur Verarbeitung bestimmte Stroh wird auf Tischen, in derselben Weise wie Hadern, im Akkord sortirt, von Unkraut befreit und gebündelt. Die Bündel werden auf Schienen und Rollwagen in das Hauptgebäude befördert und mittels folgender Vorrichtung in das höchste Stockwerk gebracht: Ueber zwei Riemenscheiben, deren eine in dem höchsten Stockwerk und die andere zu ebener Erde angebracht ist, läuft ein aus Hanf geflochtener breiter Riemen, an dessen oberer Seite in Entfernungen von etwa 5 Fuss eiserne Haken befestigt sind. An der Aufgangsseite sind in sämmtlichen Fussböden Oeffnungen ausgespart, um die Strohbündel durchzulassen, welche, an den Haken hängend, dem Riemen über die obere Scheibe folgen, bis sie auf dem Boden des höchsten Stockwerks stehen bleiben. Die dort ausgesparte Oeffnung ist nur gross genug, um Riemen und Haken beim Niedergang durchzulassen, die Bündel bleiben zurück und werden rasch weggenommen.

Nachdem man die Bündel geöffnet hat, wird das Stroh auf einer Häckselmaschine in Stücke von 1 bis 2 cm Länge geschnitten, welche in einen Elevator fallen, und von diesem in einer, gleichfalls in dem oberen Stockwerk stehenden Reinigungsmaschine mit Windfege (s. Seite 1113 u. Folge) abgeliefert.

Die von Herrn Römer fabrizirten schönen Strohstoffe, sowie die guten Erträgnisse der von ihm geleiteten Fabrik legen Zeugniss für die Vorzüge seines Verfahrens ab.

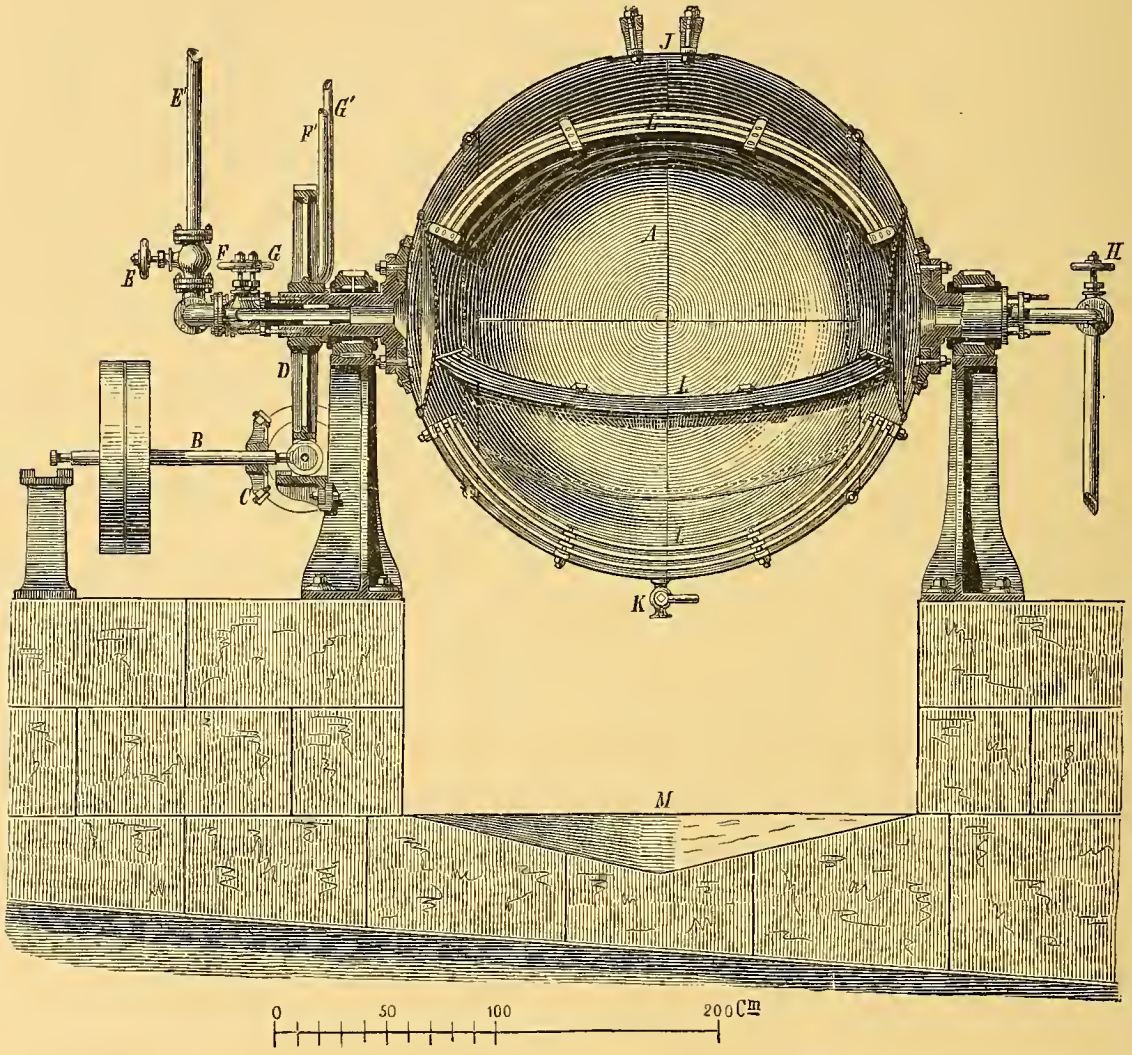
Die Direktion der Steyrermühl theilte dem Verf. 1893 mit, dass die Anlage unverändert, wie 1874 beschrieben und vorstehend wiedergegeben, fortbesteht und noch mit den ursprünglichen Kochern arbeitet.

**432. Thode'sches Verfahren.** In der Thode'schen Papierfabrik zu Hainsberg bei Dresden wird Strohstoff nach einem Verfahren bereitet, welches sich in mancher Hinsicht von anderen unterscheidet und auch in vielen Fabriken eingeführt ist.

Das Stroh wird zu Häcksel von 1 bis $1^1/_2$ cm Länge geschnitten, in einer Windfege von Staub und Knoten befreit, abgewogen und in einen kugelförmigen Kocher gefüllt, dessen Durchschnitt in Fig. 1069 in 1 : 40 der wahren Grösse gegeben ist. Der Kessel *A* ist von 235 cm Durchmesser und erhält von der Welle *B* aus mittels der Kegel-Räder *C* und Schraubenrad *D* eine Bewegung von einer Umdrehung in der Minute. In das feststehende Rohr eines der beiden Zapfen münden drei Rohre $E^1F^1G^1$, welche dem Kessel nach Oeffnung ihrer Hähne *E*, *F*, *G* Dampf, Lauge oder Wasser zuführen. Beide Zapfenöffnungen sind von innen mit durchlöcherten Platten bedeckt. Der benützte Dampf findet einen Ausgang durch Rohr und Hahn *H*. Beim Anfang der Dampfeinströmung steht der Kessel mit dem Mannloch *J* nach unten, bis sämmtliche Luft durch den geöffneten Hahn *K* entwichen ist. Sobald Dampf durch den Hahn *K* abbläst, wird er geschlossen und der Kessel in Gang gesetzt. Um das Zusammenballen des Strohes im unteren Theil des Kessels zu verhindern und eine gründliche Mischung mit der Lauge zu erzielen, sind fünf Mitnehmer *L* im Innern angebracht, welche aus je 3, auf senkrechte Stützen genieteten gebogenen Blechstreifen bestehen. Die Blechstreifen stehen von der Kocherwand ab, bieten also dem Stroh keine Gelegenheit sich festzusetzen.

Die bei diesem Verfahren angewandte Aetznatronlauge enthält 13 Pfund Natron ($Na_2O$), d. h. die kaustizirte Lösung von 22 Pfund kohlensaurem Natron oder von 26 Pfund Soda von 50%, auf jedes 100 Pfund Häcksel. Die Lauge soll eine Stärke von mindestens 5° Beaumé haben; wenn das Natron nach dem Kochen durch Abdampfen wiedergewonnen wird, darf sie jedoch bis zu 10° Bé. und mehr konzentrirt werden. Hat man soviel Stroh eingefüllt, als man im Verein

Fig. 1069.



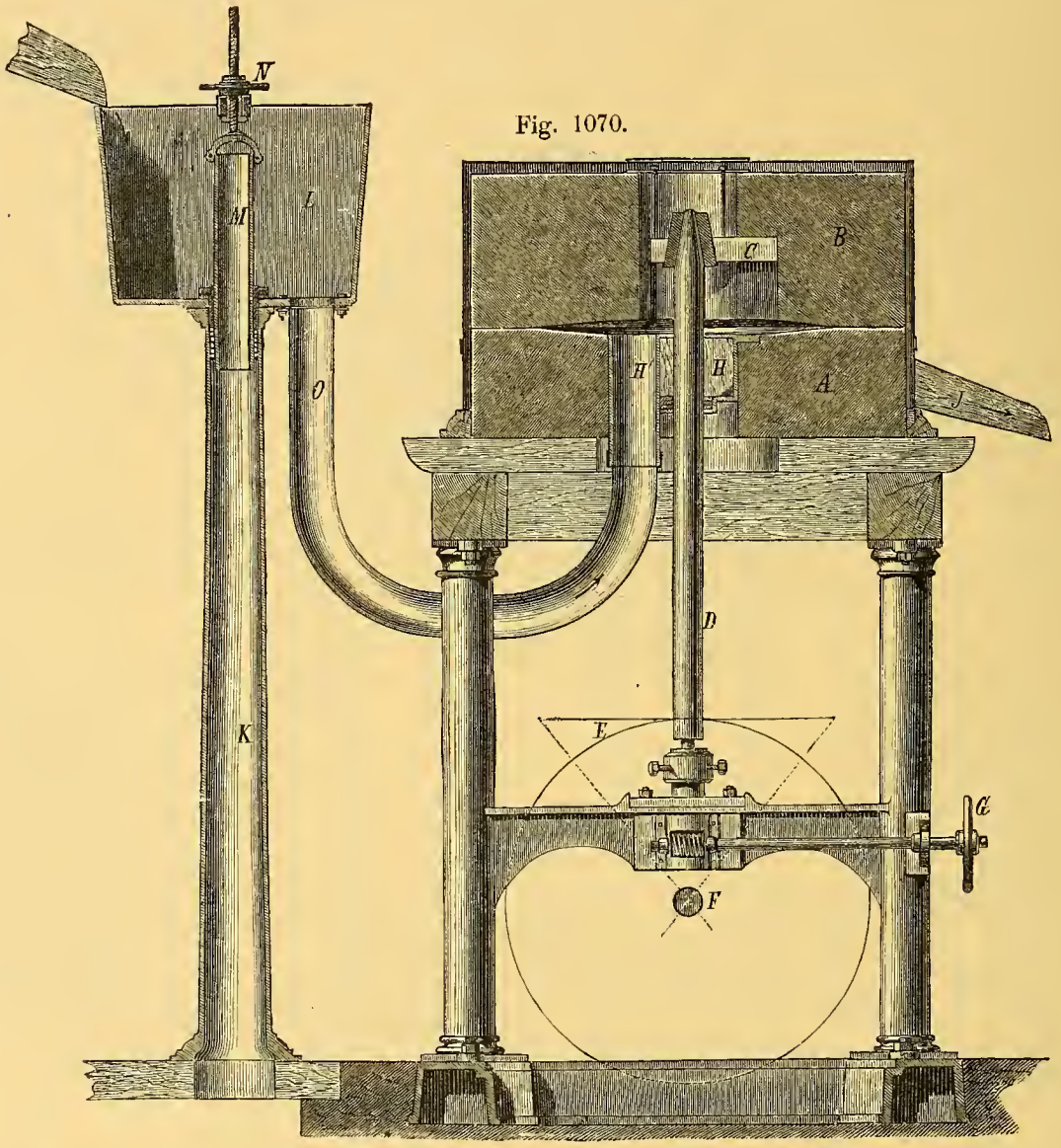

mit dieser Lauge in den Kessel packen kann, so lässt man ihn 1 bis 2 Stunden lang kalt umlaufen, öffnet das Mannloch wieder und füllt Häcksel nach. Den 1500 Pfund = 750 Kilo Stroh, welche man auf diese Weise hineinbringt, lässt man 6 Stunden lang Dampf von drei Atmosphären Ueberdruck zuströmen und beendet damit das Kochen. Ist dann der Dampf durch *H* abgeblasen, so zieht man die Lauge durch den Hahn *K* ab, öffnet das Mannloch *J* und setzt den Kessel in

Bewegung, damit er sich in den gemauerten Abtropfkasten *M* entleert. Dort kann das Waschen schon durch Einspritzen von warmem Wasser beginnen und im Waschholländer vollendet werden; in Hainsberg wird jedoch der gesammte Inhalt des Kessels in eine tiefer stehende Rührbütte abgelassen und von da auf einen Lespermont'schen Wascher (vergl. Abschn. 421) gepumpt. Der gewaschene Stoff wird in einer zweiten Vorrathsrührbütte gesammelt, von wo ihn eine Pumpe auf die Feinmühle befördert, welche im wesentlichen einem Getreidemahlgang gleicht, und in Fig. 1070 in 1:20 der wahren Grösse mittels Aufriss-Durchschnitts dargestellt ist. Fig. 1071 ist der Grundriss des Bodensteins und in Fig. 1072 ist die mahlende Fläche des Läufers gegeben. Der Läufer *B* wird mittels seiner Haue *C* von der senkrechten Welle *D* getragen und durch die mit Linien angegebenen Kegelräder *E* von der Welle *F* aus in Bewegung gesetzt. Die Welle *D* wird mit einer Hebvorrichtung von dem Handrade *G* aus nach Bedürfniss gehoben oder gesenkt und damit der Abstand zwischen den Steinen *A* und *B* erweitert oder verengt. Will man die Mühle ausser Gang setzen, so hebt man nur die Welle *D* weit genug, um den Eingriff des darauf befestigten Kegelrades mit dem auf der Welle *F* befindlichen Triebrad aufzuheben. Zur Führung der Welle *D* dient hier, wie bei anderen Mahlgängen, die mit hartem Holz ausgefütterte Buchse *H*. Die zwischen Holz und Eisen bleibenden Hohlräume werden mit in Talg getränktem Hanf ausgestopft und auch ohne äusseres Zuthun sehr bald von eindringendem Papierstoff gedichtet. Die Buchse *H* hat einen Rohransatz $H^1$, welcher nach unten über den Bodenstein *A* herausragt und den Stoff zwischen die mahlenden Flächen leitet. Die Steine sind von einer Blechhaube so dicht umschlossen, dass der gemahlene Stoff nur durch den hölzernen Ausguss *J* entweichen kann.

Bei älteren Mahlgängen dieser Art wird der Stoff wie Getreide durch das Auge des Läufers von oben eingelassen, da aber die mahlenden Flächen je nach ihrer Geschwindigkeit, Stellung und Schärfe mehr oder weniger Stoff befördern oder durchlassen, muss die Zuführung von einem Arbeiter sorgfältig überwacht und geregelt werden. Trotzdem werden die Nachtheile eines zu hohen oder zu niedrigen Standes der Stoffmasse, sowie das Ueberlaufen nicht immer beseitigt. Man hat auch die Zuführung in der Weise durch mechanische Vorrichtung bewirkt, dass sie, einmal gestellt, in jedem Zeitabschnitt eine gleiche Menge Stoff einlaufen liess, konnte aber damit aufmerksame Beobachtung nicht entbehrlich machen, weil die Zuführung verändert werden musste, sobald die Mühlsteine mehr oder weniger Stoff durchliessen als gerade einlief. Die in Fig. 1070 gezeichnete, von dem früheren technischen Direktor der Thode'schen Fabrik, Herrn Max Sembritzki, erfundene und patentirte *selbstthätige Zuführung* beseitigt diese Uebelstände und macht dadurch erst die Feinmühle zu einer zweckmässigen Maschine. Die Vorrichtung besteht aus einem, von einer hohlen Säule *K* getragenen eisernen Kasten *L*, in welchen der zu mahlende Stoff aus einer unter *K* befindlichen Vorrathsbütte gepumpt wird. Das ausziehbare Ueberfallrohr *M* ist mit einer Stoffbüchse im oberen Theil der Säule *K* und im Boden des Kastens *L* abgedichtet und kann von dem Schraubenrad *N* aus höher oder tiefer gestellt werden. Ein Kupferrohr *O*, welches den Boden des Kastens *L* mit dem Buchsenansatz $H^1$ verbindet, bringt den Stoff in die Mitte der mahlenden Flächen. Wäre der Stoff so dünnflüssig wie Wasser, und wäre keine Reibung an den Rohrwänden

usw. vorhanden, so würde sich die Masse in $L$ und um die Steine herum gleich hoch stellen; durch solche Widerstände wird aber bei den in Fig. 1070 gegebenen Verhältnissen ein Höhe-Unterschied von 15 cm hervorgerufen. Wenn der Mahlgang gerade soviel Stoff einzieht oder durchlässt, als in $L$ zugeführt wird,

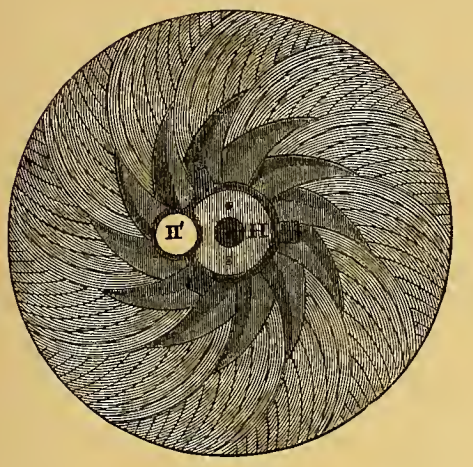
Fig. 1070.




stellt sich der Stoff in $L$ um 15 cm höher als auf der Oberfläche des Bodensteines $A$. Wird in $L$ mehr zugeführt als der Mahlgang verarbeitet, so fliesst der Ueberschuss durch $M$ und $K$ in die Vorrathsbütte zurück; wird mehr verarbeitet, als in $L$ zuläuft, so wird der Mahlgang seinen Mehrbedarf aus dem Vorrath in $L$ entnehmen, bis er erschöpft ist. Damit aber $L$ weder geleert noch überfüllt werden kann, braucht man nur eine Stoffmenge einzupumpen, welche in allen

Fällen genügt, und das Rohr *M* so zu stellen, dass der normale Bedarf des Mahlgangs gerade gedeckt wird, dass also der Ueberschuss abfliesst. Falls der Mahlgang dann infolge irgend einer Störung, rascheren oder langsameren Ganges, mehr oder weniger Stoff braucht, kann er den Mehrbedarf stets aus *L* entnehmen, während ein etwaiger Minderbedarf durch *M* abfliesst.

Fig. 1071.



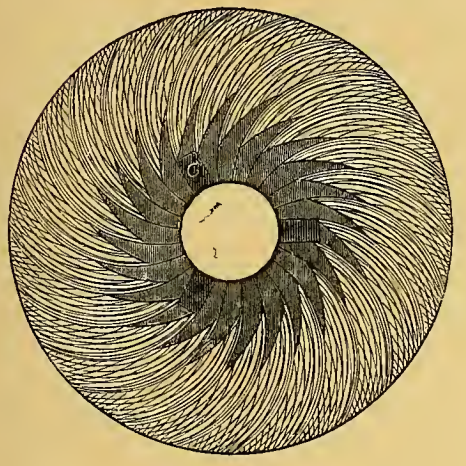


Fig. 1072.

Die Art der Zurichtung der Steine ist aus Figg. 1071 und 1072 ersichtlich. Es versteht sich von selbst, dass sie durch Behauen in gutem arbeitsfähigem Zustande erhalten werden müssen.

Selbst bei sorgfältigst ausgeführter Kochung finden sich im Strohstoff Stückchen, deren Inkrusten nicht genügend gelöst sind, um ohne kräftige Bearbeitung eine Zertheilung in ihre elementaren Fasern zu gestatten. Werden solche Stofftheilchen im Holländer, wenn auch nur unvollkommen, zerfasert, so werden in demselben Verhältniss auch die schon vereinzelten Fasern zermahlen; in der beschriebenen Feinmühle dagegen werden diese harten oder dicken Theile und Faserbündel zerrieben, ohne dass der aufgelöste Theil des Strohes die geringste Beschädigung erleidet. Sie wirkt in ähnlicher Weise wie die in den Abschnitten 195 bis 201 beschriebenen Stoffmühlen, doch hat sie diesen gegenüber den Vortheil, dass Todtmahlen des Stoffes bei ihr noch weniger zu befürchten ist. Die Feinmühle kann aber nur in dieser Art ausgleichend wirken, so lange die schlecht gekochten Stückchen, welche im Papier gelbe Flecken erzeugen würden, vereinzelt vorkommen. Wenn das Stroh so schlecht gekocht ist, dass ein erheblicher Theil desselben ungelöst bleibt, müssen die Steine, um nichts unzerrieben durchzulassen, enger zusammengestellt werden, und dann wird auch die gute Faser angegriffen. Bei richtig gestelltem Läufer hängt daher die Länge der Faser und die Güte des Zeuges hier, wie bei jedem andern Verfahren, von der Wirksamkeit des Kochens ab.

Nachdem der Stoff durch die Feinmühle gegangen ist, wird er, wie in anderen Fabriken, im Holländer gebleicht und weiter verarbeitet.

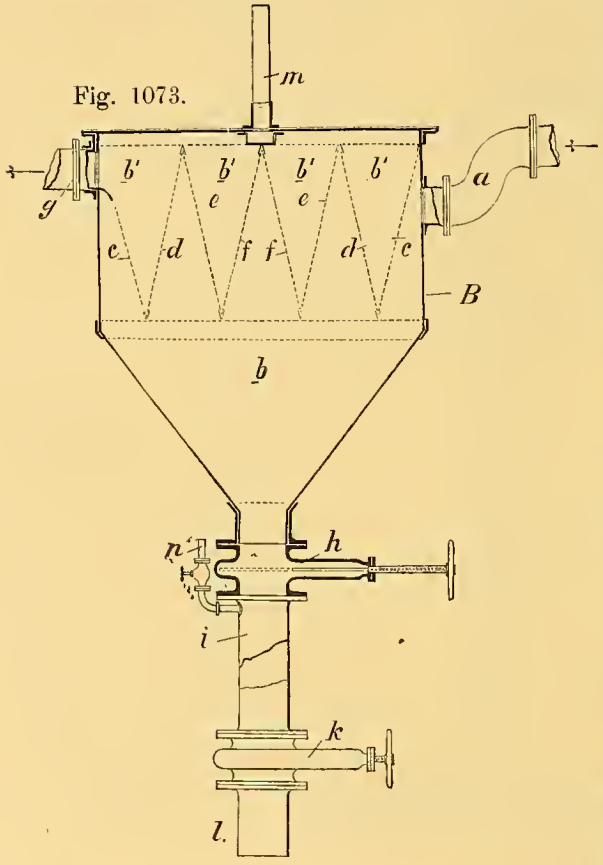
Vorstehende Beschreibung des 1874 in Hainsberg geübten Verfahrens ist unverändert aus der ersten Ausgabe übernommen, weil die Direktion der Thode'schen Fabrik dem Verf. 1893 mittheilte, dass sie an dem bewährten Verfahren nichts geändert habe.

**433. Laugen-Filter.** Die aus den Kochern abgeblasenen und abgelaufenen Laugen enthalten stets noch Fasern, sowie feste Theilchen und andere aus dem gekochten Stroh stammenden Stoffe. Die Entfernung aller dieser Theile aus der Lauge erleichtert das Eindampfen und Wiedergewinnen der Soda und liefert erhebliche Mengen von Stoff, die reichlich für die aufgewendete Mühe und Kosten entschädigen.

Herr Julius Schwager, Berlin, hat diese Aufgabe durch eine unter Nr. 56364 patentirte Einrichtung gelöst, welche in kleinem Raum eine grosse, sich selbst reinigende Filterfläche bietet und die Entfernung der Rückstände ohne Unterbrechung des Betriebs gestattet. Ein Querschnitt derselben ist in Fig. 1073 gegeben.

Auf das mit 2 Wasserschiebern *h* und *k* versehene Fallrohr *i* ist ein nach unten trichterförmig auslaufendes cylindrisches Gefäss *B* gesetzt. Darin ist die Filterfläche so eingebaut, dass eine Anzahl konzentrischer Siebkegel *c d e f* mit abwechselnd auf- und abwärts gerichteter Verjüngung durch Verbindung ihrer konzentrischen Schnittkanten die Siebkegel-Falten *cd, de, ef* bildet. Die Lauge tritt durch das Rohr *a* in den Raum *b* unter die Siebe und durch diese in den oberen Raum $b^1$, von wo sie durch das Rohr *g* aus dem Gefäss fliesst. Durch Rohr *m* lässt man bei Inbetriebsetzung die Luft entweichen. Bei dieser Filtration von unten nach oben scheiden sich zunächst die gröberen Theile aus, und dann legen sich die feineren, in den Laugen schwebenden Fasern an das Sieb und bilden selbst eine Schicht, welche für gründliche Ausscheidung aller nicht flüssigen Bestandtheile sorgt. Die Neigung der Filterflächen bewirkt, dass die daran abgesetzten Theile von der aufsteigenden Flüssigkeit verschoben werden und sich allmälig zu Klumpen gestalten, die abfallen, sobald ihr Gewicht die hierzu nöthige Grösse erreicht hat. Aus dem Trichter *b* gelangen dieselben in das Fallrohr *i*, dessen oberer Schieber *h* gewöhnlich offen ist, während der untere *k* geschlossen bleibt. Die von dem Filter abgefallenen Stoffe sammeln sich in dem Rohrstück über *k* und entleeren sich durch Rohr *l*, sobald Schieber *h* geschlossen und *k* geöffnet wird, ohne dass die Filtration irgend welche Unterbrechung erleidet. Um das Rohr *i* zu spülen, hat man nur das Rohr *n* durch einen Gummischlauch mit der Wasserleitung zu verbinden und den Hahn zu öffnen. Dieses als Stoff-Fang dienende Filter ist in 5 Zellstoff-Fabriken in Betrieb und, soweit wir uns in einer derselben überzeugen konnten, zu voller Zufriedenheit. Die Prinz Carlshütte in Rothenburg a. d. Saale hat das alleinige Ausführungsrecht.

Fig. 1073.



**434. Sulfatverfahren. Kochen mit schwefelsauerm Natron.** Der 1892 gest. Ingenieur C. F. Dahl in Danzig nahm 1884 Patente in vielen Staaten auf ein Verfahren zum Kochen von Pflanzenstoffen mit Natriumsulfat $Na_2 SO_4$ anstelle von Natron. Nach seinen Vorschriften werden die ersten Kochungen in üblicher Weise mit Natronlauge vorgenommen, die nach dem Gebrauch abgedampft und zu Salz eingetrocknet werden muss, welches man auflöst, kaustizirt und wieder zu neuer Kochung verwendet. Man kann jedoch bei sorgfältiger Fabrikation höchstens 70 bis 90 Procent des angewandten Natrons wiedergewinnen, 10 bis 30 Prozent gehen verloren und müssen durch frisches Natron ersetzt werden. Statt dieses frischen Natrons wird Natriumsulfat zugesetzt, welches zwar beim Kochen nichts nützt, sich aber beim nachherigen Eindampfen und Kalziniren der Lauge zum Theil in Schwefelnatrium $Na_2 S$ verwandelt. In diesem Schwefelnatrium ist das Natrium mit genau soviel Schwefel verbunden, wie mit Sauerstoff im Natron. Schwefelnatrium wirkt auch ebenso kaustisch wie Natron und kann dasselbe ersetzen. In der ersten Ausgabe dieses Buches ist Seite 513 schon erwähnt, dass man in der Papierfabrik der Manchester Paper Co. bei New York beim Kochen von Stroh mit reinem Schwefelnatrium bessere Ergebnisse erzielte als mit Aetznatron. Infolge der dort gemachten Erfahrungen wurden von der Eaton Fibre Co. in Brooklyn Anlagen zur Fabrikation von Schwefelnatrium in grossen Mengen errichtet. Diese in den sechziger Jahren in Amerika unternommenen Versuche des Kochens mit Schwefelnatrium waren jedoch ebenso erfolglos wie die Ende der siebziger Jahre in Deutschland-Oesterreich gemachten. Die Ursachen des Scheiterns dieser Versuche finden zum Theil weiterhin ihre Erklärung.

Die von Dahl in seinem oesterreichischen Patent vom 19. Oktober 1884 gegebene Beschreibung seines Verfahrens hat folgenden Wortlaut:

Behufs Lösung der Zell- oder Fasermasse von den inkrustirenden Körpern wird das zerkleinerte Holz, Stroh, Esparto usw. in schmiedeeisernen Gefässen ohne Bleifutter mit einer wasserhaltigen Lösung, welche Natrium-Salze in vier verschiedenen Verbindungen, theils als schwefelsaures Natron, kohlensaures Natron, Natron-Hydrat und Schwefelnatrium enthält, unter Druck gekocht. 100 kg mitteltrockenes Kiefernholz erfordern etwa 26 kg obiger Salze in Lösung, Stroh, Alfa, Esparto 10 bis 12 kg.

Kiefern, Fichten, Tannenholz erfordern 5 bis 10 Atm. Ueberdruck, wobei die Stärke der Natrium-Lösung sechs bis vierzehn Grad Bé., die Kochzeit dreissig bis 4 Stunden beträgt.

Stroh, Alfa, Esparto erfordern zwei bis fünf Atm. Ueberdruck, Stärke der Natrium-Lösung fünf bis acht Grad Bé. und eine Kochdauer von acht bis drei Stunden.

Durch den Kochprozess verbinden sich die Inkrusterien des Kochguts mit der Natrium-Lösung, der Zellstoff bleibt in losem Zusammenhange und unverletzt.

Nach beendeter Kochung wird die braunschwarze Lauge behufs späterer Wiedergewinnung der Natrium-Salze in eiserne Bassins abgeblasen.

Der zurückbleibende Zellstoff wird entweder im Kocher oder Shank'schen Kasten mit warmem Wasser ausgewaschen, im Holländer in bekannter Weise zu Papierbrei verarbeitet und mit Chlorkalklösung gebleicht.

Die Farbe des ungebleichten Stoffs ist grau-gelblich, des gebleichten Stoffes hochweiss oder schwach aber rein gelblich, je nach dem Grade der Bleiche. Zur Darstellung der Natrium-Lösung dient schwefelsaures Natron (Natron-Sulfat). Das Sulfat wird, in Wasser aufgelöst, mit 20—23% gebranntem Kalk gekocht. Die in dieser Weise bereitete Lauge ist schon zum Kochen brauchbar, erhält jedoch ihre richtige Zusammensetzung durch Zugabe der aus der Sulfat-Lösung nach dem Kochprozess wiedergewonnenen Salze.

Die gebrauchte Lauge wird zur Wiedergewinnung im Abdampfofen eingedickt, stark kalzinirt und nach stattgefundener Entgasung als koksähnliche Masse aus dem Ofen gescharrt, dann ausgewaschen und die resultirende Lösung zum Bereiten neuer Lauge verwendet.

Zur Gewinnung reiner Salze ohne Kohlenbeimischung zieht man die eingedickte Lauge aus dem Abdampfofen heraus und lässt selbige im Schmelzofen bei dunkler Rothgluth abbrennen.

Die geschmolzene Masse nimmt nach dem Erkalten eine rothbraune Färbung an, ist in Wasser leicht löslich und hat annähernd folgende Zusammensetzung:

16 % schwefelsaures Natron,
50 % kohlensaures Natron,
20 % Natron-Hydrat,
10 % Schwefelnatrium,
4 % diverse unwesentliche Stoffe.

Diese Zusammensetzung ist sehr veränderlich, je nach den Eigenschaften des gekochten Materials, jedoch ohne die auflösende Kraft der daraus später hergestellten Lösung zu beeinträchtigen.

Das wiedergewonnene Salz ist baldmöglichst aufzulösen oder den Einflüssen der atmosphärischen Luft zu entziehen. Durch den Koch- und Wiedergewinnungsprozess gehen 10 bis 15 % der in Lösung gewesenen Salze verloren. Im normalen Betriebe ersetzt man bei der Laugenbereitung die Verlustquote durch schwefelsaures Natron. Es kommen zur Auflösung 85—90 % wiedergewonnenes Salz, 15—10 % Sulfat, welche Mischung mit 20—23 % gebranntem Kalk gekocht die richtige Lauge ausgiebt.

Bei 10 % Verlust nimmt man zur Bereitung der Kochlauge eine abgeklärte wasserhaltige Lösung, in welcher 90 kg wiedergewonnenes Salz enthalten sind, setzt 10 kg Sulfat zu und kocht die Lösung, in welcher 100 kg Salze in vorbeschriebenem Verhältniss enthalten sind, mit 20 kg gebranntem Kalk.

Beträgt die Verlustquote 15 %, so kommen auf 85 kg wiedergewonnenes Salz 15 kg Sulfat, welche mit 23 kg Kalk gekocht werden.

Bei 20 % Verlust gelangen 80 kg wiedergewonnenes Salz, 20 kg Sulfat zur Auflösung, die man mit 25 kg Kalk zusammen kocht. Will man 25 % Sulfat zusetzen, so kommen 75 kg wiedergewonnenes Salz, 25 kg Sulfat und 28 kg gebrannter Kalk zur Auflösung. Bei gleichmässigem Betriebe soll die äusserste Grenze des Zusatzes an Sulfat 30 % betragen.

70 kg wiedergewonnenes Salz,
30 „ Sulfat,
32 „ gebrannter Kalk.

Das Verhältniss der in der Kochlösung enthaltenen Salze ist durchschnittlich:

37 % schwefelsaures Natron,
8 % kohlensaures Natron.
24 % Natron-Hydrat,
28 % Schwefelnatrium,
3 % diverse Verbindungen.

Diese Zusammensetzung ist sehr veränderlich, je nach den Eigenschaften des zu kochenden Materials. Die Ueberführung des älteren Soda-, resp. Natron-Hydrat-Verfahrens in vorbeschriebenes Sulfat-Verfahren geschieht in der Weise, dass man bei der Laugenbereitung die Verlustquote des Natron-Hydrats durch Sulfat statt durch Soda ersetzt und dann allmälig mit dem Schwinden des Hydrats die Zugabe an Kalk beim Kochen der Lösung von 45 % auf 20—23 % reduzirt.

Beobachtende Fabrikanten hatten schon lange bemerkt, dass Lauge aus Leblanc'scher Soda eine günstigere Wirkung auf die Pflanzenfasern übte als Ammoniak-Soda, und sie schreiben dies jetzt dem Umstand zu, dass kalzinirte (Leblanc-) Soda stets Schwefelnatrium enthält, während die viel reinere Ammoniak-Soda frei von Schwefelverbindungen ist. Diese günstige Wirkung wird bedeutend erhöht, wenn man Schwefelnatrium in grösseren Mengen in die Lauge bringt, wie es bei Dahl's Verfahren geschieht. Man spart nicht nur erhebliche Summen durch Verwendung des billigen Natriumsulfats anstelle von Soda, sondern braucht auch viel weniger Kalk zum Kaustiziren, weil Schwefelnatrium schon kaustisch ist. Ausserdem wirkt aber die durch Zusatz von Sulfat hergestellte Lauge in ganz anderer Weise auf Stroh, Holz usw., als Natron allein. Man kennt zwar den inneren Vorgang und die dabei vor sich gehenden Umsetzungen nicht, hat aber die Erfahrung gemacht, dass der erzielte Faserstoff viel fester und dadurch werthvoller ist. Dahl sowie auch andere Fabrikanten versicherten überdies, dass die Rohpflanzen, Stroh, Holz usw., bis etwa 10 Procent mehr Stoff liefern als bei Verwendung von reiner Natronlauge. Noch billiger als Glaubersalz ist saures

schwefelsaures Natron oder Bisulfat, welches in Dynamit-, Superphosphat- und anderen -Fabriken abfällt. Dasselbe enthält neben der an Natron gebundenen noch viel, manchmal bis 40 Procent, freie Schwefelsäure sowie viel Eisen und muss viel billiger sein als Glaubersalz, wenn es die mit dem Gehalt an freier Säure und Eisen verknüpften Nachtheile durch den Preis ausgleichen soll. Diese Nachtheile bestehen zunächst in der unangenehmen Hantirung und Aufbewahrung des sauern Salzes, hauptsächlich aber darin, dass die freie Säure und das Eisen entfernt werden müssen, ehe das Salz zum Kochen benützt werden darf. Die freie Säure würde nämlich eine grosse Menge ätzendes Natron binden, also unwirksam machen, und das Eisen würde den erzeugten Zellstoff färben und verunreinigen. Nach den von Dr. Max Müller, Direktor der Papierstoff-Fabrik Alt-Damm, in Nr. 65 der Papier-Zeitung 1887 gemachten Ausführungen sind folgende drei Verfahren für diese vorbereitende Arbeit vorgeschlagen worden:

a. Man setzt der Kochlauge vor oder nach dem Kaustiziren das saure schwefelsaure Natron zu, wie es vielfach mit neutralem Glaubersalz geschieht, wobei etwaige freie Säure von den in der Lauge befindlichen Alkalien gebunden wird. Da hierbei jedoch nützliches Aetznatron in wirkungsloses Sulfat verwandelt werden kann, so empfiehlt sich dieses Verfahren nur für solche Salze, die nicht allzuviel freie Säure enthalten. Aehnliche Verluste treten ein, wenn man saures Sulfat der Lauge während des Kaustizirens zusetzt. Es erscheint daher zweckmässiger, die durch Kalziniren wiedergewonnenen Salze erst zu kaustiziren, den Kalkschlamm auszuwaschen, um das darin befindliche kaustische Natron zu gewinnen, und demselben dann erst das Bisulfat zuzusetzen. Der Kalk wird die freie Schwefelsäure aufnehmen und damit Gips bilden, wodurch aber diese Schwefelsäure, sowie das im Kalkschlamm verbleibende Sulfat verloren gehen.

b. Die Vermischung des Bisulfats mit den braunen, aus dem Kocher kommenden heissen Laugen bringt den Uebelstand mit sich, dass die freie Säure in denselben mit Schwefelnatrium zusammenkommt und Schwefelwasserstoff-Gas entwickelt, dessen starker Geruch nicht nur den Aufenthalt in den Arbeitsräumen unmöglich macht, sondern auch die ganze Umgebung verpestet.

c. Für grosse Anlagen erscheint es am zweckmässigsten, dass man das Bisulfat durch Glühen mit Kochsalz in neutrales Sulfat umwandelt nach folgender Gleichung:

$$\underset{\text{Natriumbisulfat}}{NaHSO_4} + \underset{\text{Kochsalz}}{NaCl} = \underset{\text{Natriumsulfat}}{Na_2SO_4} + \underset{\text{Chlorwasserstoffgas}}{HCl}$$

Das entstehende neutrale Sulfat kann dann in gewohnter Weise im Ofen oder später der gebrauchten Lauge oder dem daraus gewonnenen Salz zugetheilt werden. Diese Art der Behandlung empfiehlt sich um so mehr, als man das Glühen ohne Brennstoff-Aufwand, durch Ausnützung der Ofengase, bewirken kann und dabei die freie Schwefelsäure nutzbar macht, während sie bei anderen Verfahren verloren geht. Wer die Anlagekosten nicht scheut, kann auch aus dem entstehenden Chlorwasserstoffgas Salzsäure und aus dieser Chlorkalk bereiten und damit doppelten Vortheil aus dem sauern Sulfat ziehen.

Man könnte auch das entstandene neutrale Sulfat durch Glühen mit Kohle und den vom Kaustiziren stammenden Kalkrückständen in Rohsoda verwandeln (vergl. S. 1118), wird aber in Zellstoff-Fabriken das Sulfat lieber direkt zum Kochen verwenden.

In den meisten Fabriken wird das neutrale Sulfat, wie von Dahl vorgeschrieben, beim Kaustiziren zugesetzt, weil die Erfahrung zeigte, dass man dadurch helleren, festeren und leichter bleichbaren Stoff erhält als beim Zusatz im Kocher. Die Ursache dieser Wirkung liegt wahrscheinlich in dem Umstand, dass beim Mischen mit Kalk und wiedergewonnenem Salz die freie Säure an Kalk gebunden und unschädlich wie das Eisen ausgefällt wird. Nach dem Durchschnitt vieler Analysen einer Fabrik hatte das schwefelsaure Natron folgende Zusammensetzung:

96,95 Prozent schwefelsaures Natron
1,15 „ freie Schwefelsäure
0,58 „ Eisen
1,32 „ sonstige Fremdstoffe, Verunreinigungen.

Da nun auf 1000 kg trockene Rohpflanze nach Dahl's Vorschrift etwa 200 kg aus Sulfat stammenden Natronsalzes erforderlich sind, so kommt auf 1000 kg Rohpflanze $2 \times 0{,}58 =$ rund 1 kg Eisen in Lösung. In einen mässig grossen Kocher würden also mit der Lauge mehrere Kilo gelösten Eisens kommen, die wohl genügen, um dem Stoff eine dunklere Färbung zu geben und das nachfolgende Bleichen zu erschweren. Dieses Eisen wird jedoch glücklicherweise durch Mischung des wiedergewonnenen Salzes mit dem frischen Sulfat beim Kaustiziren ausgefällt.

Das durch Abdampfen, Kalziniren und Schmelzen der gebrauchten Lauge gewonnene Salz enthält, wie erwähnt, stets Schwefelnatrium $Na_2S$, welches beim Kaustiziren in Lösung geht. Im Mischer trifft es mit den gleichfalls gelösten Eisensalzen zusammen, welche aus den gekochten Rohpflanzen und aus dem sauern Sulfat stammen, und es entsteht Schwefel-Eisen, welches unlöslich ist und mit dem Kalkschlamm abgelassen wird, während $Na_2O$ in Lösung bleibt. Hierdurch wird die Lauge kostenlos vom Eisen befreit, und es bleibt dennoch genug Schwefelnatrium darin, da zur Fällung des Eisens nur unbedeutende Mengen nöthig sind.

Als die Anwendung von Sulfat eingeführt wurde, glaubte man durch Einblasen von Luft mit einem Strahlapparat in den untern Theil des Mischers den Rührer überflüssig zu machen und nahm diesen heraus. Die auf solche Art angefertigten Laugen erwiesen sich jedoch schlechter als die früheren, weil die Mischung des Sulfats mit dem Kalkschlamm weniger gut erfolgte, und das Einblasen von Luft kostete doppelt so viel Dampf als der Antrieb des Rührers. Letzterer wurde deshalb wieder eingesetzt, der Strahlapparat beseitigt.

Nach vieljähriger Erfahrung einer Fabrik braucht man zum Kaustiziren von 7 Theilen Schmelze 2 Theile Kalk, der mindestens 95 Prozent kohlensauern Kalk enthält. Auf 3000 kg guter wiedergewonnener Schmelzsoda sollen beim Sulfatverfahren sogar nur 700 bis 800 kg, beim Sodaverfahren aber 1200 bis 1300 kg gebrannten Kalks nöthig sein. Eine richtig geleitete Sulfatzellstoff-Fabrik soll nicht über 30 kg, eine Sodazellstoff-Fabrik nicht über 50 kg gebrannten Kalk auf 100 kg erzeugten Zellstoff brauchen. Dabei ist vorausgesetzt, dass der Kalk nach den auf Seite 1130 mitgetheilten Erfahrungen gewählt und behandelt wird.

Obwohl der Ersatz von Natron durch Schwefelnatrium beim Aufschliessen von Rohpflanzen die erwähnten Vortheile mit sich bringt, darf man doch nicht allzuviel davon anwenden, da sich sonst beim Kochen Schwefelwasserstoffgas bildet, welches mit den Dämpfen fortgeht und einen unerträglichen Geruch verbreitet.

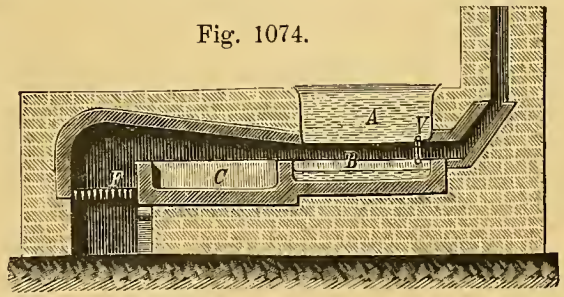
Die Seite 1169 erwähnten mehrfach angestellten Versuche, mit Schwefelnatrium-Lauge allein zu kochen, haben wahrscheinlich aus diesem Grunde nicht zum Ziele geführt. Die Menge von Schwefelnatrium, welche durch die beschriebene Verwendung von Sulfat in die Lauge kommt, scheint ungefähr die Grenze dessen zu bilden, was man ohne allzugrosse Unzuträglichkeiten noch anwenden darf.

**435. Wiedergewinnung des Natrons vor 1874.** Die Fabrikation von Papierstoff aus Stroh und anderen Rohpflanzen erfordert, wie aus den vorhergehenden Abschnitten ersichtlich ist, grosse Mengen von Aetznatron, welche in der gebrauchten Lauge, theils an Inkrusten gebunden, theils noch in freiem Zustand, enthalten sind. Versuche, solche gebrauchte Lauge unmittelbar zur Fabrikation von Waschseife zu verwenden, scheinen nicht von Erfolg begleitet gewesen zu sein, und ebensowenig glückte die Wiedergewinnung durch Einleiten von Kohlensäure. Tessié du Motay wollte das Natron der gebrauchten Laugen durch eingeleitete Kohlensäure in kohlensaures Natron verwandeln und dadurch die Harze u. s. w. abscheiden. Er rechnete damit 70 bis 90 pCt. des Aetznatrons wiederzugewinnen. Es scheint aber, dass sich nur ein geringer Theil der in den Laugen enthaltenen Natronverbindungen durch Kohlensäure zersetzen lässt, denn der Erfinder sah sich nach zahlreichen in grossem Maassstabe angestellten Versuchen genöthigt, die Verwirklichung seines Gedankens aufzugeben.

Der wachsende Widerstand der Bevölkerungen gegen die Verunreinigung der Wasserläufe durch ablaufende starke Laugen, in Verbindung mit der Verminderung der Fabrikationskosten, welche man mit einer zweckmässigen Verwendung dieser Laugen ermöglicht, macht die Wiedergewinnung des Natrons zu einer Lebensfrage für die Erzeugung von Papierstoff aus rohen Pflanzen. Die einzige Art der Wiedergewinnung, welche sich bis jetzt praktisch bewährt hat, besteht im Eindampfen der Lauge, Verbrennen der Rückstände organischen Ursprungs und Ausziehen des Natrons; aber auch sie kann nur mit Vortheil ausgeführt werden, wenn die für Löhne, Brennstoff und Unterhaltung der Einrichtung aufzuwendenden Kosten wesentlich geringer sind als der Werth des wiedergewonnenen Natrons. Hierzu sind Einrichtungen erforderlich, in welchen mit einer gegebenen Menge Kohle möglichst viel Lauge verdampft und der Rückstand zu Asche verbrannt werden kann.

Zuerst baute man zu diesem Zweck Flammöfen, denen die bei der Fabrikation von Leblanc-Soda verwendeten als Vorbild dienten. Fig. 1074 giebt eine theoretische Zeichnung eines solchen Ofens. Die Lauge verdichtet sich in pfannenartigen Behältern *A*, unter welchen die Verbrennungsgase hinstreichen, bis sie durch Ventile *V* auf den unteren Herd *B* abgelassen und von der darüber hinziehenden Flamme beleckt wird, um schliesslich in dem unmittelbar auf den Rost *F* folgenden Theil *C* des Herdes kalzinirt zu werden. Dieses Kalziniren erfordert viel Vorsicht und Erfahrung, weil der Rückstand zu einer geschlossenen Masse versintert und herausgehauen werden muss, wenn man ihn zu lange im Ofen lässt und nicht gehörig umrührt, während

Fig. 1074.



ein sehr lästiges langes Nachbrennen stattfinden muss, wenn es nicht im Ofen vollendet wird. Kommt die Lauge sehr konzentrirt und dick auf den Kalzinirherd, so geräth sie manchmal sofort in Brand, und dann ist das Versintern kaum aufzuhalten; wollte man aber, um sicher zu gehen, die Lauge dünnflüssig auf den Kalzinirherd laufen lassen, so würde die ganze Arbeit zu grossen Aufwand von Zeit und Kohlen in Anspruch nehmen. In vielen Fabriken findet man es zweckmässig oder nöthig, die Rohsoda aus dem Ofen zu nehmen, ehe sie völlig ausgebrannt ist, man lässt sie dann in gemauerten Räumen in grossen Haufen weiter brennen, bis sie nach wochenlanger, sehr unangenehmer Aushauchung von Gasen nichts Brennbares mehr enthält. In mehreren vom Verf. besuchten Fabriken hat man es jedoch in der Behandlung des Ofens so weit gebracht, dass die Rohsoda vollständig genug darin ausgebrannt wird, um schon nach wenigen Stunden mit Wasser behandelt werden zu können, dass also der entsetzliche Geruch des Nachbrennens vermieden wird. Die Rohsoda enthält stets ziemlich viel Schwefelnatrium ($Na_2S$), welches sich durch seine gelbrothe Farbe zu erkennen giebt und ebenso wie Aetznatron wirkt (siehe Seite 1169).

Herr E. Porion von Vardrecque, Dep. Pas de Calais, versuchte die Verdampfung dadurch zu befördern, dass er die Lauge durch Löcher im Boden der Eindampfpfanne in feinen Strahlen in die heissen Gase strömen liess. Je kleiner und zahlreicher die Oeffnungen waren, desto grösser wurde die den Gasen gebotene Flüssigkeits-Oberfläche, desto rascher verstopften sie sich aber auch, und die Lauge fiel überdies so schnell herab, dass sie keine wesentliche Veränderung bei dem Durchgang erlitt. Nach vielen vergeblichen Versuchen brachte er dann im untern Theil des Flammofens zwei gusseiserne, ausserhalb durch Riemen getriebene Rührer an, deren löffelartige Enden bei jeder Umdrehung in die Lauge tauchten und etwas davon herausschleuderten. Durch die rasche Bewegung der waagerechten Rührwelle wurde die von den Löffeln erfasste Lauge zerspritzt und bot der durchziehenden Flamme in ihrer nebelartig feinen Zertheilung eine sich stets erneuende grosse Oberfläche dar. Da sich die heissen leichteren Gase in dem obern Theil der Feuerzüge sammeln, so kommt die Oberfläche der auf dem Herd befindlichen Lauge in gewöhnlichen Flammöfen nur mit dem feuchteren kälteren Theil der Gase in Berührung, während sie sich im Porion'schen Ofen gewissermaassen mit der Flamme vermischt.

Es wird versichert, dass die Verbrennungsgase des Porion'schen Ofens mit einer Temperatur von nur 50 bis 80 °C, jedenfalls aber mit weniger als 100 °, in den Schornstein gelangten, dass also die von ihnen zur Verdampfung abgegebene Wärme-Menge beinahe die Grenze des Möglichen erreichte. In der Fabrik von Dambricourt frères in Wizernes erhielt man bei einem 14 Tage fortgesetzten Versuch 2 kg Rohsoda von 37,1 Procent Natrongehalt für jedes kg verbrannter Steinkohle, und von der zum Kochen verwendeten Soda wurden 81 Procent durch Abdampfen mit dem Porion'schen Ofen wiedergewonnen. Dabei hatte man mit 3100 kg Kohle 36800 l, also mit einem kg Kohle 11,8 l Flüssigkeit verdampft.

Zur Verwandlung von 1 kg Wasser von 0 ° Temperatur in Dampf von 100 ° sind rund etwa 650 Wärme-Einheiten erforderlich (vergl. Abschn. 311), und da 1 kg bester Steinkohlen etwa 7000 Wärme-Einheiten liefern, kann man damit $^{7000}/_{650}$ = etwa 11 kg, d. i. 11 l Wasser verdampfen. Diese theoretische Menge ist aber nicht erreichbar, man verdampft mit besten Einrichtungen nur etwa 8 bis 9 l.

In den Kalziniröfen wird durch die Verbrennung der in der Lauge enthaltenen organischen Bestandtheile Wärme entwickelt; diese Wärme wurde aber bei allen älteren Oefen dadurch vermindert, dass die Verbrennung eines Theils der organischen Bestandtheile ausserhalb des Ofens, beim Nachbrennen, erfolgte — die aus dieser Quelle stammende Wärme konnte daher die Verdampfung nicht erheblich befördern. Wenn nun im Porion'schen Ofen mit 1 kg Kohle 11,8 Liter Flüssigkeit verjagt wurden, wird man zu der Annahme gezwungen, dass ein Theil derselben nicht verdampft, sondern in flüssigem Zustande fortgerissen wurde. In einer deutschen Fabrik wurde diese Vermuthung dadurch bestätigt, dass der von dem Schornstein des Porion'schen Ofens ausströmende alkalische Regen das Wachsthum aller Pflanzen in der Nähe zerstörte und dem Schornstein selbst gefährlich zu werden drohte. Man hat sich durch Abänderungen der einzelnen Theile der Anlage und durch Einschalten einer Kammer zum Auffangen der mitgerissenen Flüssigkeit zwischen Ofen und Schornstein bemüht, diese Missstände zu beseitigen, und Bemühungen dieser Art scheinen auch in mehreren anderen Fabriken von Erfolg gewesen zu sein, da man dort die erwähnte Wahrnehmung nicht machte. Jedenfalls zeigt aber die mitgetheilte Erfahrung, dass bei diesem Verfahren viel Lauge von den Feuergasen fortgeführt werden und verloren gehen kann. Ergebnisse wie die des oben angeführten Versuchs liegen übrigens kaum in den Grenzen theoretischer Möglichkeit und werden auch von anderen Fabriken nicht erzielt. Der Kohlenverbrauch des Porion'schen Ofens ist im Verhältniss zur wiedergewonnenen Soda sehr gering, etwa 2 kg Kohle auf 1 kg Rohsoda, man erhält aber in den meisten Fällen, selbst bei Anwendung des Lespermont'schen Waschers, nur 60 bis 65 Prozent und sogar weniger von dem angewandten Natron in der Rohsoda.

Auf gewöhnlichen Flammöfen mit grosser Heizfläche erhält man aus konzentrirter Lauge 1 kg Rohsoda von etwa 44 bis 46 Prozent durch Verbrennen von 2 bis 3 kg Kohle, wo aber wegen mangelnder Erfahrung die Arbeit nicht sehr gut geleitet ist, steigert sich die dazu erforderliche Menge Kohle auf 5 und 6 Kilo. Ebenso gewinnt man in manchen Fabriken nur 50 bis 60 Prozent der Soda wieder, dagegen in anderen 70 bis 80 Prozent. Für die Porion'sche Einrichtung spricht der Umstand, dass man in einer norddeutschen Papierfabrik einen gewöhnlichen Flammofen mit Porion'schen Rührern versah und sofort viel günstigere Ergebnisse erzielte als vorher.

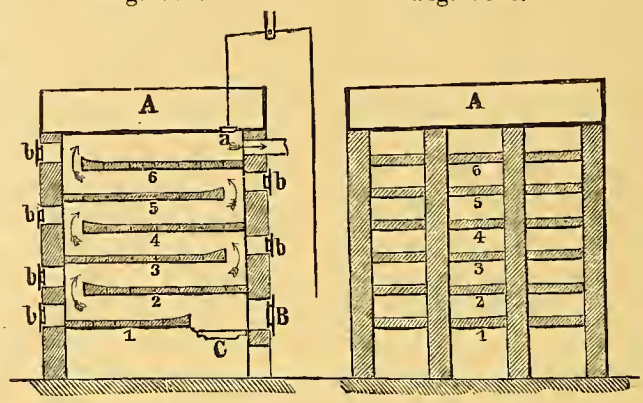
In einem 1892 unter Nr. 67876 in Deutschland patentirten Ofen sind wieder Zerstäubungs-Schaufeln von Porion'scher Art angewandt. Derselbe soll neuerdings (1893) in mehreren schottischen Fabriken eingeführt worden sein.

Je mehr Wasser verdampft werden muss, je verdünnter also die Lauge ist, desto mehr Kohle braucht man unter sonst gleichen Verhältnissen zur Wiedergewinnung der Soda, und es giebt für jeden Ofen eine Konzentrationsgrenze, unter welche die Lauge nicht sinken darf, wenn man noch mit Vortheil abdampfen will. In den Fabriken der American Wood Paper Co. bei Philadelphia war diese Grenze vor 1873 etwa 5° Bé, doch hängt sie in allen Fällen von den Preisen der Soda, der Kohle, von den getroffenen Einrichtungen und ihrer Handhabung ab.

In der Strohstofffabrik Komotau in Böhmen war 1873 der Flammofen mit Rührern versehen, deren auf einer Welle sitzende Arme an den Enden durch eiserne Ketten verbunden waren. Die Ketten wurden bei jeder Umdrehung in die Lauge getaucht und rissen einen Theil derselben mit.

In einer Anzahl britischer Fabriken bediente man sich 1873 zum Abdampfen der Lauge des in Figg. 1075 und 1076 in Längs- und Quer-Durchschnitten skizzirten Ibotson'schen Ofens. Die auf dem Rost *C* erzeugte Flamme zieht über die Herde *1, 2, 3, 4, 5, 6* in der Richtung der Pfeile in den Schornstein, während die aus dem Behälter *A* durch Ventil *a* abgelassene Lauge in entgegengesetzter Richtung fliesst und schliesslich auf dem Herd *1* kalzinirt wird. Etwaige feste Theile, welche sich auf den Herden absetzen, können mit eisernen Rechen durch die seitlichen Thüren *b* herunter geschabt werden. Der Feuerungsrost *C* wird durch die Thür *B* bedient. Die Herde sind aus Steinen von feuerfestem Thon von 90 cm Breite, 30 cm Tiefe und 10 cm Höhe gebildet, welche man in die Seitenwände einmauert und durch neue ersetzt, sobald sich ihre Gestalt unter dem Einfluss des Feuers zu sehr verändert hat. Da die Herde somit weniger als 90 cm breit werden, so vereinigt man drei oder mehr derselben, wie in Fig. 1076 gezeigt, in einem Ofen.

Fig. 1075. Fig. 1076.




Der ursprüngliche Ibotson'sche Ofen hatte 9 übereinanderliegende Herde, man fand aber, dass die Verbrennungsgase im Verein mit den stets wachsenden Dampfmengen zwischen den oberen Herden nicht mehr durchziehen konnten, wenn kein sehr starker Zug vorhanden war. Bei sehr starkem Zuge wurden jedoch die Gase so rasch durchgerissen, dass sie nicht genug Wärme abgaben. Man hat deshalb die Anzahl der übereinanderliegenden Herde verringert, würde aber nach Ansicht einiger Fabrikanten gut daran thun, sie nach oben zu immer weiter auseinander zu setzen, um dadurch der stets frisch zukommenden Dampfmenge Rechnung zu tragen. Die Herren Thos. Tait & Sons in Inverury, Schottland, versicherten 1873, dass sie in einem solchen Ofen mit 31 Centnern Kohle 20 Centner Rohsoda von etwa 40 Prozent erhielten, andere englische Fabriken haben dagegen viel weniger günstige Ergebnisse damit erzielt. Die im Ibotson'schen Ofen gewonnene Rohsoda musste stets noch einige Zeit, manchmal 3 bis 4 Wochen lang, nachbrennen. Die genannten und andere Fabrikanten erhielten auf diese Weise von der zum Kochen von Esparto verwendeten Soda etwa 50 Procent zurück. Soweit der Verf. Gelegenheit hatte, Erkundigungen darüber einzuziehen, scheint es, dass die feuerfesten Steine häufig unbrauchbar werden, und dass die Oefen überhaupt oft wegen Ausbesserung stillstehen müssen.

Albert Ungerer von Simmering bei Wien hat am 18. März 1873 das englische Erfindungspatent für eine Abdampfvorrichtung erhalten, welche aus einem senkrechten Thurm besteht, worin von dem oberen Laugenbehälter bis zum Fusse Drähte oder Drahtseile hängen, an denen die Flüssigkeit langsam herabrinnt, während die heissen Gase in entgegengesetzter Richtung, d. i. von unten nach oben, durchziehen. Später hat er die Drähte durch Ketten ersetzt, weil sich die Krusten von diesen leicht abschütteln lassen, während sie an festgespannten Drähten sehr fest haften.

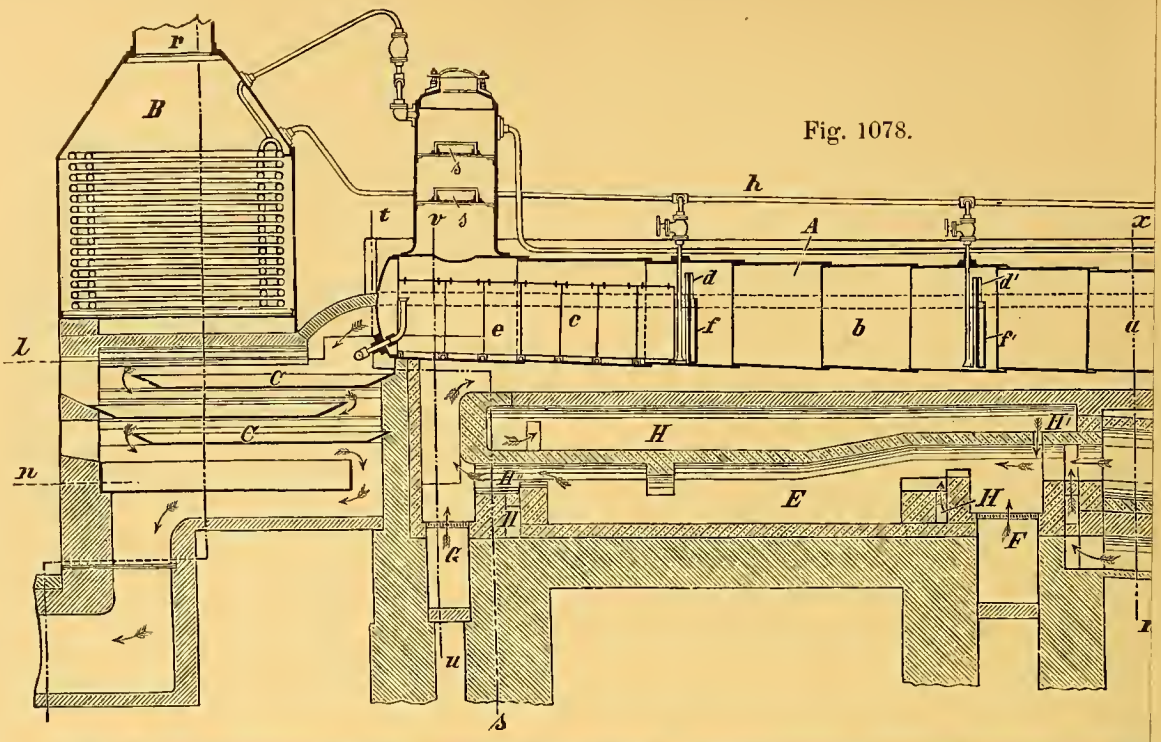



Fig. 1078.

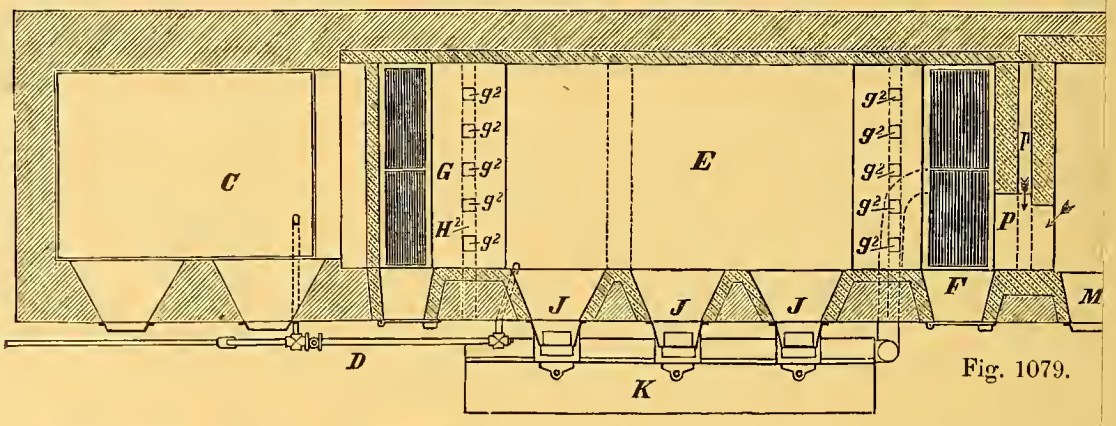



Fig. 1079.

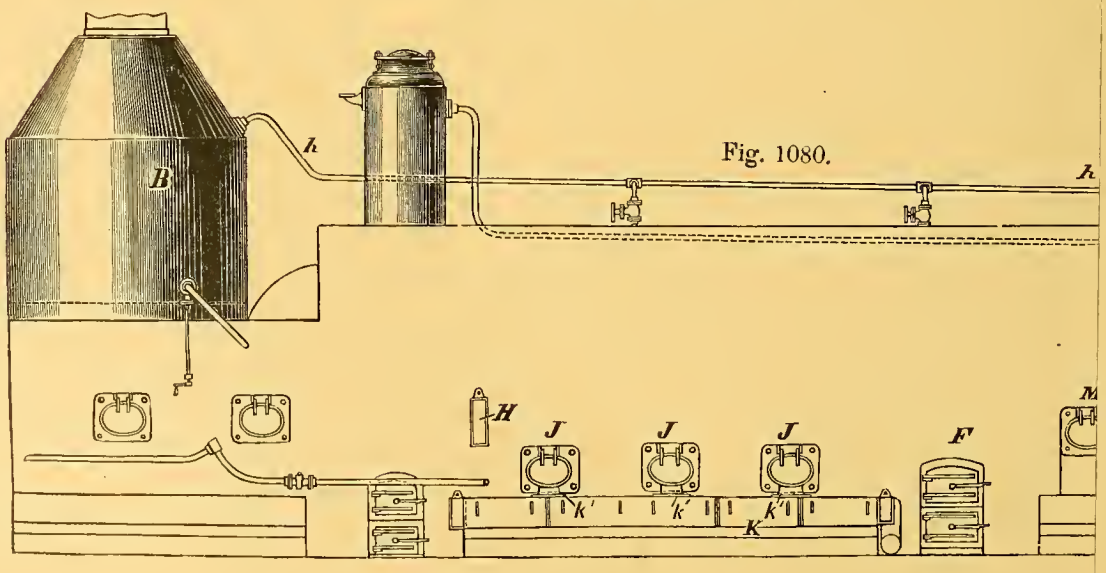
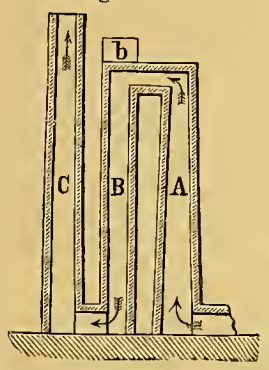



Fig. 1080.

In der Fabrik der Herren W. H. & A. Richardson in Jarrow on Tyne, England, wurde vor 1873 ein gewöhnlicher Flammofen zum Abdampfen der zum Kochen von Stroh und Esparto verwendeten Lauge benützt. Die vom Schornstein ausgehauchten Gase wurden der Nachbarschaft durch ihren Geruch so unangenehm, dass Abhilfe getroffen werden musste, und dies gelang in genügender Weise mit folgender Einrichtung. Das obere Ende des ursprünglichen Schornsteins *A* wird, wie in der Skizze Fig. 1077 gezeigt ist, mit einem zweiten Kamin *B* verbunden, von dessen unterem Ende die Gase in der von den Pfeilen bezeichneten Richtung durch einen dritten Schornstein *C* abziehen. Die in Behälter *b* gepumpte Lauge fällt durch eine siebartig gelochte Platte als Regen durch den Kamin *B*, reisst die Verbrennungsgase mit, vermehrt ihre Zugkraft und scheint dabei den grössten Theil der riechenden Gase aufzunehmen.

Fig. 1077.




Der Betrieb des Porion'schen Ofens in der Thode'schen Papierfabrik zu Hainsberg bei Dresden musste nach kurzer Zeit schon aufgegeben werden, weil der Besitzer einer anstossenden Färberei wegen Belästigung durch übelriechende Gase Klage erhob und den Prozess gewann. Da der Ofen sehr befriedigende Ergebnisse geliefert hatte, scheute man keine Kosten zur Beseitigung des Hindernisses, man trieb die Verbrennungsgase mittels eines Ventilators durch grosse im Wasser liegende Röhren, um die Verdichtung und Ausscheidung ihrer riechenden Bestandtheile zu bewirken — aber vergeblich.

Dem Ingenieur Rabeaud in Versailles soll es gelungen sein, die riechenden Gase durch Einschalten einer Verbrennungskammer *chambre de combustion* zwischen den Kalzinirherd und die Abdampfpfannen zu beseitigen. Beim Porion'schen Ofen wird eine niedere, aber lange Kammer unmittelbar über dem Kalzinirherd aus Mauerwerk hergestellt. Die Verbrennungsgase treten am Ende des Herdes von unten in die Kammer und werden von einer mittleren Längswand gezwungen, ihre ganze Länge zweimal zu durchziehen, ehe sie in die anstossende, wie gewöhnlich gebaute Abdampfgalerie treten können. In der Papierfabrik zu Essonnes bei Paris sollen die früher so störenden üblen Gerüche durch die beschriebene Einrichtung völlig beseitigt sein.

**436. Neuere Verfahren zum Eindampfen und Kalziniren der Lauge.** Der Inhalt des Abschnitts 435 ist der 1875 erschienenen ersten deutschen Ausgabe dieses Buches entnommen, zeigt also den damaligen Stand der Soda-Wiedergewinnung, die seitdem so grosse Fortschritte gemacht hat, dass man jetzt nur noch wenig Brennstoff braucht und einen viel grösseren Theil des Natrons zurückerhält. Dies wird dadurch erreicht, dass man auch die dünnen Laugen mit abgehenden, also kostenlosen Feuergasen und mehrfacher Verdampfung, oder in Dampferzeugern eindickt und die in der Lauge befindlichen organischen, d. h. brennbaren Stoffe dazu verwerthet. Letztere verbrennen beim Kalziniren, welches im Ofen zu Ende geführt wird, und liefern einen grossen Theil der zum Eindicken und Kalziniren nöthigen Wärme. Die Einrichtungen, mit welchen dies bewirkt wird, sind jetzt (1893) schon sehr mannigfaltig, entstehen fortwährend neu und können an dieser Stelle nur zum Theil wiedergegeben werden, und soweit sie neue Wege einschlagen.

Fig. 1078.

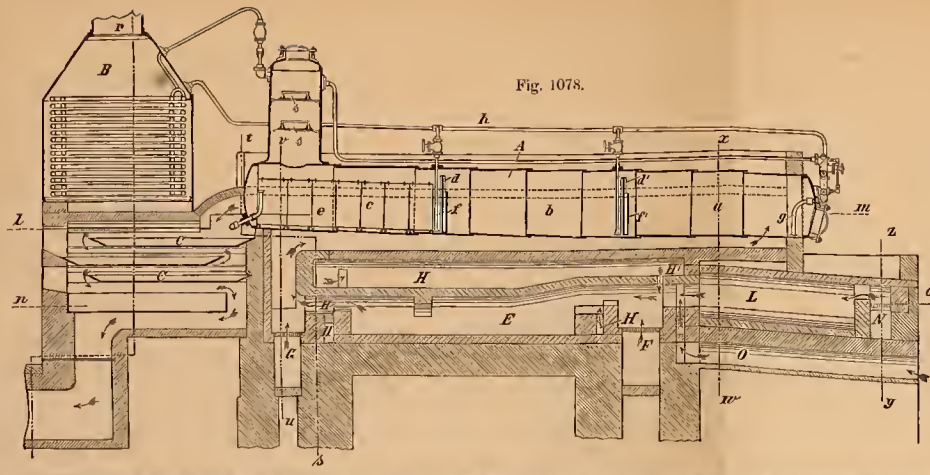


Fig. 1079.

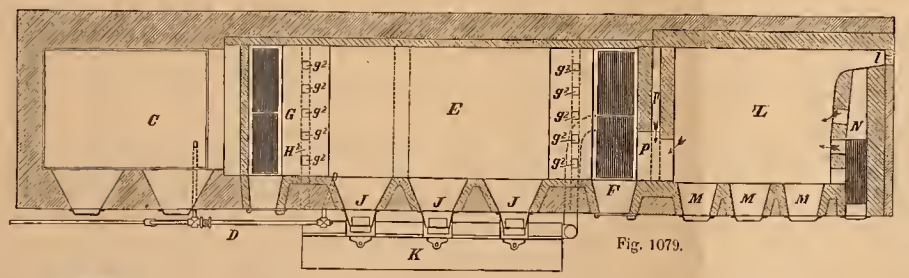


Fig. 1080.

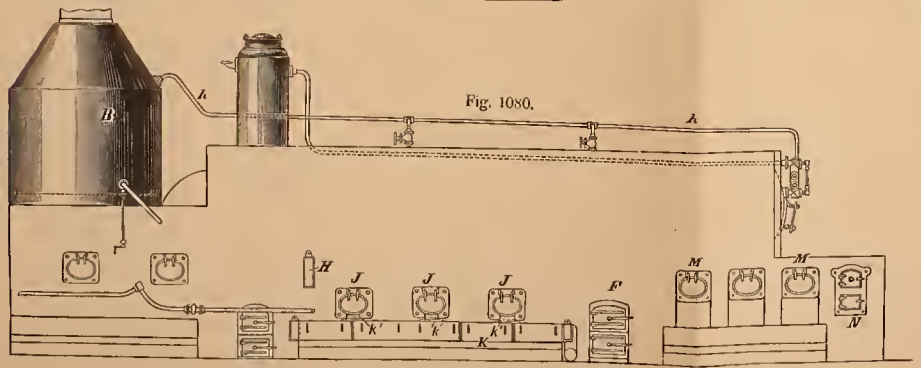


Fig. 1081.

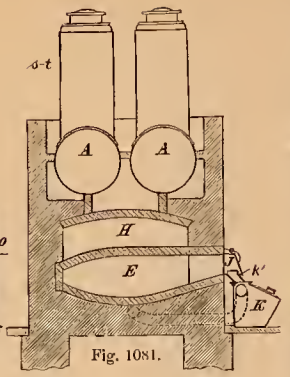


Fig. 1082.

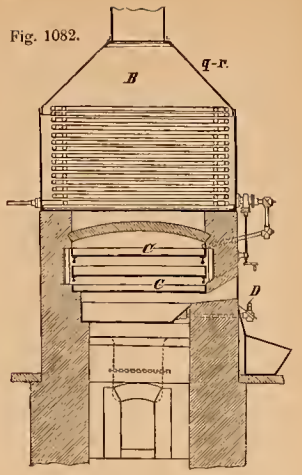


Fig. 1083.

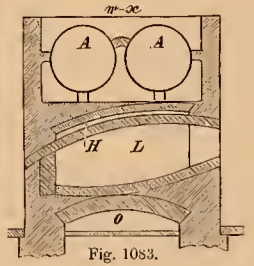


Fig. 1084.

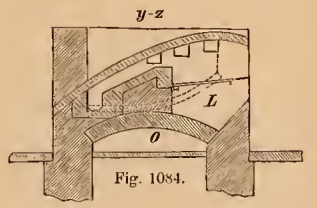


Fig. 1085.

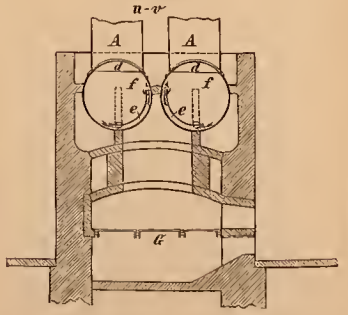
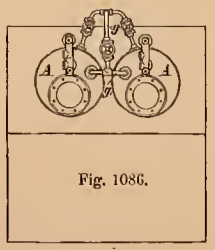


Fig. 1086.



**437. Dahl's Wiedergewinnung.** C. F. Dahl erhielt 1887 ein deutsches Patent auf einen Wiedergewinnungsofen, der zwar vielfache Umgestaltung erfuhr und nur in wenigen Fabriken in der ursprünglichen Bauart benutzt wird, aber den Anstoss zu vielen Verbesserungen gab. Derselbe ist auf Tafel X durch Fig 1078 in Aufriss-Längsschnitt, Fig. 1079 in Grundriss-Schnitt nach *n-o*, Fig. 1080 in Aufriss, Figg. 1081, 1082, 1083, 1084, 1085 in Schnitten nach *s-t*, *q-r*, *w-x*, *y-z*, *u-v* und Fig. 1086 in Aufriss nach der Patentschrift dargestellt. Der Ofen dient zur Eindickung der Laugen, zum Schmelzen der gewonnenen Salze, zur Verbrennung der entstehenden Riechgase und zur Erzeugung von Dampf.

Die Verdampfung des Wassers beginnt in den beiden Dampfkesseln *A A*, Figg. 1078, 1081, 1083, 1085, 1086. Dieselben sind in drei Abtheilungen *a b c* getrennt, und zwar durch je zwei Querscheidewände *d* $d^1$, Fig. 1078, welche so hoch geführt sind, dass der in den beiden ersten Abtheilungen *a* und *b* entwickelte Dampf ungedrosselt in die dritte Abtheilung *c* und von hier in den Dom treten kann. In die Abtheilung *c* wird die rohe dünne Lauge eingepumpt. Da die von der Wanne und dem Hilfsfeuer kommenden Verbrennungsgase diese Abtheilungen der Kessel zuerst treffen, so sind, um ein Festbrennen der Salze an den Kesselböden zu verhindern, in diese eine Abtheilung die Platten *e*, Figg. 1078 und 1085, konzentrisch zu dem Kesselmantel eingehängt, wodurch eine äusserst lebhafte Zirkulation der dünnen Lauge längs der heissesten Stelle der Kesselwandung, wie in Fig. 1085 durch die Richtung des Pfeiles veranschaulicht ist, erzielt und die Bildung von Kesselstein vollkommen verhindert wird.

Die Kessel liegen nach vorn geneigt, so dass die Lauge in Abtheilung *c*, je mehr Wasser sie verliert, sich ihrer grösseren spezifischen Schwere wegen desto mehr an der Scheidewand nach Abtheilung *b* hin und am Boden ansammelt. Durch ein in die Scheidewand *d* eingesetztes Uebersteigrohr *f* steigt diese schwerere Lauge in die Abtheilung *b* über, und nachdem hier die Verdampfung des Wassers weiter fortgeschritten, tritt die sich am Boden ansammelnde, noch schwerere Lauge durch Rohr $f^1$ in die Abtheilung *a* über, in welcher die Lauge verbleibt, bis sie eine bestimmte Dichte erhalten hat. Die Verschiedenheit dieser Dichte hängt von der Zusammensetzung der Laugen ab, und der Grad, bis zu welchem man die Lauge in den Kesseln abdampft, wird durch deren vorherige Untersuchung bestimmt.

Diese Kessel bedürfen häufiger Reinigung, die durch das Mannloch in der vorderen Stirnwand der Kessel und gleiche Mannlöcher in den Zwischenwandungen *d* $d^1$ bewirkt wird. Während des Betriebes werden die Mannlöcher der Zwischenwände durch Platten verschlossen, welche mit Vorreibern an den Wänden *d* befestigt sind.

Um bei einer solchen Reinigung, oder falls es durch andere Umstände nöthig werden sollte, gleich alle drei Abtheilungen eines Kessels von Lauge entleeren zu können, sind ausser in *a* auch in die Abtheilungen *b* und *c* nahe den Scheidewänden *d* $d^1$ Abblaserohre eingehängt. Der Druck im Kessel wird niedrig gehalten, und 1 kg Ueberdruck genügt zum Abblasen. Der in den Kesseln entwickelte Dampf wird in den Domen dadurch von etwa anhaftender Lauge befreit, dass in jedem Dom zwei Siebböden Fig. 1078, über einander angeordnet und mit einer Schicht Drehspäne bedeckt sind, welche alle fremden Bestandtheile zurückhalten, sobald der Dampf dieselben durchstreicht. Der reine Wasserdampf wird entweder zum Kaustiziren der frischen Laugen oder für Trockenzwecke und zum Weiterabdampfen der aus den Kochern abgezogenen Laugen verwendet.

Die in den Kesseln verdickte Lauge wird in bestimmten Zeitabschnitten aus Abtheilung *a* mittels der Ausblaserohre *g* und $g^1$, Figg. 1078 und 1086, in Mengen von etwa 250 l abgedrückt und durch Rohrleitung *h*, Figg. 1078 und 1080, in den Kocher *B* befördert. Dieser Kocher, Figg. 1078, 1080 und 1082, ist ein schmiedeisernes Gefäss mit konischem Hals und aufgesetztem Brüdenrohr, durch welches der beim weiteren Abdampfen der Lauge entwickelte Brüden durch das Dach ins Freie geführt wird. Dies Abdampfen geschieht zur Vermeidung der Schwelgasentwicklung ganz ohne Druck.

Die Heizung im Kocher erfolgt durch den beim Abdampfen der Laugen im Kessel entstandenen Dampf, welcher durch eine Heizschlange streicht, deren Anordnung im Kocher aus Figg. 1078 und 1082 ersichtlich ist. Unter normalen Verhältnissen sind der rohen Lauge im Kessel 30 pCt. Wasser entzogen worden; in dem Kocher verliert dieselbe davon etwa weitere 23 pCt. des ursprünglichen Gewichtes.

Aus dem Kocher *B* wird die Lauge in die oberste der vier offenen Abdampf-Pfannen *C* abgelassen. Diese vier Pfannen *C*, Figg. 1078 und 1082, sind offene, flache, schmiedeiserne Gefässe mit schaufelförmig aufgebogenen Enden, welche hinter den Kesseln, unter dem Kocher *B* liegend und über

einander und gegen einander versetzt, so eingemauert sind, dass die Feuergase, welche den Kessel in der Richtung der Pfeile, Fig. 1078, bestrichen haben, nunmehr in der Pfeilrichtung über die oberste Pfanne wegziehen und weiter auf ihrem Wege zum Schornstein stets mit der Oberfläche der tiefer stehenden Pfanne den Boden der darüber liegenden Pfanne bestreichen. Bei ihrem Weg an den Kesseln entlang sind die Gase durch geeignete Zugregelung sowie den Gegenstrom, und weil bei den rauchlosen Gasen die Kesselwände stets von Flugasche frei und daher besonders wärmeaufnahmefähig bleiben, so weit abgekühlt worden, wie dies beim Betrieb überhaupt nur möglich ist, nämlich bis auf etwa 150°C. Bei dieser Temperatur können die Feuergase direkt mit der Lauge in Berührung treten, ohne dass Schwelgase aus derselben entwickelt werden. Der Einbau dieser Pfannen hat aber den grossen Vortheil, dass die vom Kessel kommenden, sonst unbenutzt in den Schornstein entweichenden Gase der schon verdickten Lauge bei der direkten Berührung noch 15 pCt. ihres ursprünglichen Wassergehaltes entziehen. Man kann die Verdickung der Lauge in den Pfannen von der Hinterfront des Ofens aus durch Arbeitsöffnungen verfolgen, die gewöhnlich mit Thüren, Fig. 1078, verschlossen sind, und durch welche man zum Reinigen leicht an die Pfannen gelangen kann. Durch die eigenthümliche Anordnung der vier Pfannen gegen einander läuft die Lauge von einer Pfanne immer der darunter eingemauerten zu, bis sie aus der letzten durch das mit Hahn verschliessbare Rohr *D*, Figg. 1079 und 1082 in die Eindickwanne abgelassen wird, welche also noch so viel tiefer unter der letzten Pfanne liegen muss, dass die schon dickflüssige Lauge bequem aus derselben ablaufen kann. Die flache Form der Pfanne ist nothwendig, weil die Salze sich in tiefen Pfannen leicht festsetzen und dann keine Wärme mehr durchlassen. Die an den Enden aufgebogene Form ist für das Reinigen der Pfannen von aussen her und für den Ueberlauf der Laugen besonders vortheilhaft.

Die Eindickwanne *E*, Figg. 1078, 1079, 1081, ist ein mit feuerfestem Material ausgelegter und überwölbter flacher Raum, in welchem die Lauge bis dicht an den oberen Rand der Feuerbrücke steht. Die Planrostfeuerung *F* dient zur Erzeugung der Flamme, welche durch den natürlichen Zug in die Wanne hineinschlägt und durch das Deckgewölbe gezwungen wird, dicht über der Lauge hinzustreichen, wodurch zunächst das Wasser weiter verdampft wird. Aber auch die in der Lauge enthaltenen Inkrusten beginnen sich unter der freien Flamme zu zersetzen und entwickeln starke Mengen der Schwelgase, welche nicht entweichen sollen. Um diese übelriechenden Gase zu vernichten und sie zugleich nutzbar zu machen, ist eine zweite Planrostfeuerung *G*, Figg. 1078, 1079, 1085, an der der Feuerung *F* gegenüberliegenden Wand der Eindickwanne angeordnet.

Der Rost dieser Feuerung *G* liegt so tief, dass an der Stelle, wo das Gemisch von Schwel- und Feuergasen aus der Wanne tritt, bereits freie Flammen-Entfaltung herrscht. Das Gasgemisch aus der Wanne tritt dabei rechtwinklig in die Flamme der Hilfsfeuerung *G* ein und wird also sicher verbrennen, wenn genügende Luftzufuhr vorhanden ist. Diese Luft wird dem Gasgemisch bereits in der Wanne zugeführt.

Um bei der starken Hitze die Wandungen der Eindickwanne möglichst lange zu erhalten, werden die feuerfesten Wände von aussen gekühlt, indem man in denselben Luftkanäle *H*, Fig. 1078, angeordnet hat, die als Generatoren anzusehen sind. Diese Kanäle stehen einerseits mit der freien Luft in Verbindung und münden anderseits aus der Decke bei $H^1$ in den Feuerraum über *F* und bei *H''* in der Scheidewand zwischen Wanne und Hilfsfeuer durch $g^2$ $g^2$, Fig. 1079, aus. Da die Luft in diesen Zwischenräumen stark vorgewärmt wird, so dringt die kalte Luft lebhaft von aussen nach und verursacht in der Wanne einen so bedeutenden Ueberschuss an heisser Luft, dass beim Einstossen in die Flamme der Feuerung *G* eine vollständige Verbrennung der Schwelgase eintreten wird, wodurch nicht nur alle übelriechenden Stoffe vernichtet, sondern auch die ganze im Kohlenstoff der Schwelgase enthaltene Wärme für die Abdampfung in den Dampfkesseln nutzbar gemacht wird. Bedingung ist dabei nur, dass in dem Gasgemisch nicht viel Wasserdampf enthalten ist.

Durch Oeffnungen *J*, Figg. 1079, 1080, 1081, in der Längswand der Wanne rührt man die Lauge während des Eindickens fortwährend um, wodurch die Entwässerung derselben und die Entwickelung der Schwelgase befördert wird.

Hat die Lauge die Dichte eines zähen Schlammes erreicht, so wird das Feuer in *F*, Fig. 1081, gedämpft und die Lauge in den vor der Wanne stehenden fest verschlossenen Kasten *K* gekrückt. Die Thürverschlüsse *J* vor der Wanne sind von eigenthümlicher Konstruktion. Damit beim Umrühren der Lauge und beim Auskrücken derselben die schädlichen Gase nicht aus dem Ofen in das Gebäude treten, wird die Thür nur beim Einsetzen und Herausnehmen der Krücken momentan geöffnet. Während der Arbeit ist die Thür geschlossen, und der Stiel der Krücke bewegt sich in einem kleinen Ausschnitt der Thür, wobei ein Schauloch dem Arbeiter Einblick in die Wanne gewährt. Der Boden des Verschlusses *J* steht durch Rohr $k^1$ $k^1$, Figg. 1080, 1081, mit dem Kasten *K* in Verbindung, so dass der Schlamm in den Kasten gezogen werden kann, ohne dass die Thüren des Verschlusses geöffnet zu werden brauchen.

Der heisse eingedickte Laugenschlamm im Kasten *K* entwickelt zunächst noch fortwährend Schwelgase, welche durch ein Rohr aus dem Kasten unter den Rost der Feuerung *F* geführt und hier von der zuströmenden Luft mit in das Feuer gerissen werden. Ist der Schlamm abgekühlt, so öffnet man die bisher fest verschlossenen Deckel des Kastens und sticht die Lauge, welche die Konsistenz geschmolzenen Asphaltes hat, mit Spaten aus und wirft sie durch die Arbeitsöffnungen *M* in den Schmelzofen *L*, welcher neben der Eindickwanne, von derselben durch Feuerung *F*, Figg. 1078, 1079, 1080, getrennt, angeordnet ist.

Dieser ebenfalls aus feuerfestem Material hergestellte Ofen *L* ist retortenähnlich geformt, der Boden derartig angelegt, dass derselbe von allen Punkten nach der Ausflussöffnung für die wiedergewonnenen Salze hin abfällt. Die Decke ist so über dem Ofen gewölbt, dass derselbe möglichst niedrig gehalten ist, Figg. 1078, 1083, 1084.

An der Schmalwand der Retorte, an der Vorderfront des Ofens, liegt neben und über der Abflussöffnung für die Salze die Feuerung *N* des Schmelzofens, deren Flamme gezwungen ist, vom Abfluss her den ganzen Ofen zu bestreichen. Der Betrieb ist ununterbrochen, weil die niederschmelzende, auf dem schiefen Boden abrutschende Lauge durch nachgeworfene Schlammklumpen immer ersetzt wird. Beim Niederschmelzen dieser Klumpen wird von der Flamme das letzte überschüssige Wasser (12 pCt.) verdampft, und zugleich werden die von dem schmelzenden Salz sich ablösenden Inkrusten vollständig vergast, da die Schlamm-Masse von allen Punkten des Ofens her der schmalen Ausflussöffnung *l* zusinkt, an welcher Stelle die stärkste Hitze im Ofen herrscht. Das von Inkrusten befreite Salz fliesst ununterbrochen ab. Um die grossen Mengen der hier entwickelten Schwelgase mit Sicherheit zu vernichten und die in ihnen enthaltene bedeutende Menge gebundener Wärme im Ofen selber nutzbar zu machen, werden die Gase aus dem Schmelzofen in die Feuerung *F* der Eindickwanne geleitet. Da die Verbrennung hier wegen Luftmangels nicht ohne weiteres vor sich gehen würde, so muss den Schwelgasen diese zu ihrer Verbrennung nöthige Luft schon vorher zugeführt werden, und dies geschieht auf die schon bei der Eindickwanne erwähnte Art. Die Wand zwischen Feuerung *F* und dem Schmelzofen umschliesst einen Luftkanal *p*, der durch einen Luftschacht *O* unter dem Ofen mit der Atmosphäre verbunden ist, Figg. 1078, 1083, 1084. Der Luftkanal *O* mündet seitlich und von unten in einzelnen Löchern in die Oeffnung *p* aus, welche Schmelzofen und Feuerung *F* verbindet, Figg. 1078.

Die diesen Kanal durchstreichende, durch das heisse Mauerwerk stark erwärmte Luft stösst bei ihrem Austritt aus dem Luftkanal direkt auf die Schwelgase, wodurch ein Wirbel entsteht, welcher Gas und Luft innig mengt, und dieses heisse Gemisch strömt nun in die Feuerung, hier sofort rauchlos verbrennend, wenn die Luftzufuhr genügt.

Der Weg der Feuergase im Ofen ist also im Ganzen folgender: Die Flamme der Schmelzofenfeuerung entwickelt sehr starke Mengen von Schwelgasen durch die Verflüchtigung der Inkrusten; in dem Brenner *P*, Fig. 1079, werden diese Gase mit Luft hinreichend gemischt, um bei ihrem Eintritt in die Feuerung *F* sofort verbrannt zu werden. Diese sämmtlichen Feuergase streichen durch die Eindickwanne, entnehmen der darin befindlichen Lauge viel Schwelgase, mischen sich mit zugeführter, vorgewärmter Luft und treten aus der Eindickwanne heraus rechtwinklig in die freie Flamme der Hilfsfeuerung *G*. Durch die zugeführte heisse Luft ist in dem Gasgemisch ein solcher Sauerstoff-Ueberschuss vorhanden, dass hier wieder eine vollständige Verbrennung eintritt. Die heissen, rauchlosen Feuergase gehen nun unter die Kessel, ziehen gleichzeitig unter beiden Kesseln entlang, von hinten nach vorn, theilen sich dort, indem sie an den äusseren Kesselseiten zurückkehren, Fig. 1078, und ziehen jetzt wieder gemeinschaftlich über die Pfannen *C*. Nachdem schon bei der grossen Heizfläche, welche die Dampfkessel in der hier gewählten Anordnung bieten, und bei der Beschaffenheit der Gase den Feuergasen die Wärme so weit entzogen ist, wie dies bei Dampfkessel-Anlagen sonst garnicht erreichbar ist, wird den 150° warmen Gasen, die auf die erste Pfanne treffen, von den Pfannen noch eine solche Wärmemenge entzogen, dass sie mit keiner höheren Temperatur in den Schornstein entweichen, als zur Erhaltung des Zugs im Ofen durchaus nothwendig ist. Gegenüber der bisher gebräuchlichen Wiedergewinnung der Salze in Retorten-Oefen bietet also dieser Ofen, abgesehen von vollständiger Vermeidung übler Gerüche, erhebliche Brennstoffersparniss durch vollständigste Ausnutzung der Feuergase.

Die Wasserverdampfung aus der Lauge und dem Schlamme vertheilt sich etwa folgendermaassen: Dampfkessel 30 pCt., Kocher 23 pCt., Pfanne 15 pCt., Eindickwanne 20 pCt., Schmelzofen 12 pCt. Jedoch sind Aenderungen in der Laugenstärke und in der Bedienung der einzelnen Theile von Einfluss auf die Stärke der Verdampfung.

Bei Laugen, die von vornherein besonders stark sind, oder grössere Mengen von Terpentin oder Schwefelnatrium enthalten, muss von diesem Verfahren abgewichen werden und die Eindampfung in den Dampfkesseln unterbleiben. Denn solche Laugen würden im Dampfkessel starke Mengen Schwelgase entwickeln, die dann beim Abdrücken in den Kocher durch dessen

Brüdenrohr ins Freie gelangen und schädlich wirken. Solche Laugen werden derart verarbeitet, dass das Eindampfen im Kocher beginnt, indem man die Dampfkessel mit reinem Wasser füllt und den vielen überschüssigen Dampf, welcher hierbei entsteht, in der Fabrik selbst anderweitig verbraucht. Oder man speist auch die Kessel mit den schwachen Waschlaugen, die nur etwa 3° B. haben und auf diese Weise gehörig konzentrirt werden, ohne dass die Eindampfung besondere Kosten verursacht.

Ein Haupterforderniss bei der ganzen Anlage ist die regelrechte Führung der Abdampfung in den Kesseln, dem Kocher und den Pfannen. In diesem ersten Theil muss der Lauge mindestens $^2/_3$ ihres Wassers entzogen werden, was nach den obigen Angaben auch unter normalen Verhältnissen der Fall ist. Würde in die Eindickwanne zu wässrige Lauge eingelassen, so würde das entstehende Gemisch von Feuer-, Schwelgasen und vorgewärmter Luft so viel Wasserdampf aufnehmen, dass das Hilfsfeuer keine vollständige Verbrennung zu Stande brächte und damit Schwelgase ins Freie entweichen liesse.

Diese Abdampfung, welche gestattet, nur noch schwach wässrige Lauge in die Eindickwanne zu schicken, trägt zur vortheilhaften Wirkung des Ofens erheblich bei. Die geringe Wasserdampf-Entwickelung in der Wanne hindert die Verbrennung der Schwelgase nicht, und dadurch erzielt der Ofen völlige Geruchlosigkeit.

Der Dahl'sche Ofen war besonders nothwendig zur Ausführung seines in Abschnitt 434 beschriebenen Sulfatverfahrens, bei dem das kalzinirte Natronsalz noch geschmolzen werden muss. Die von Dahl angegebenen, mit dem Ofen verbundenen Eindampfkessel werden in vielen Fällen weggelassen und durch einen der nachfolgend beschriebenen oder andere Eindampfer ersetzt. Viele Fabrikanten haben den Ofen auch anders angeordnet, und eine solche auf den Dahl'schen Grundlagen beruhende Abänderung wurde z. B. in Nr. 11 der Papier-Zeitung von 1889 beschrieben. Da jedoch der Ofen durch die in folgenden Abschnitten beschriebenen Verdampf- und Brenn-Einrichtungen überholt ist, so genügt vorstehende Beschreibung des Verfahrens und der ursprünglichen Dahl'schen Einrichtung.

**438. Mehrfache Verdampfer.** Homer T. Yaryan in Toledo, Ohio, Ver. Staaten von Amerika, erhielt am 5. November 1886 das deutsche Patent Nr. 42502, dem die nachstehende Beschreibung entnommen ist.

Dieser Verdampfer ist in Amerika und England, vereinzelt auch auf dem europ. Kontinent, vielfach in Anwendung und wird sehr gelobt. Aus der Zellstoff-Fabrik Ranheim in Norwegen wurde in Nr. 1, Jahrg. 1889 der Papier-Zeitung mitgetheilt, dass man nach dortiger Erfahrung bei einem dreifachen Yaryan-Verdampfer auf eine Verdampfung von 15 kg Wasser mit 1 kg Kohle rechnen könne, während 7 kg Wasser auf 1 kg Kohle, d. h. siebenfache Verdampfung bei anderen Oefen schon als gute Leistung gilt.

J. W. Wyatt von Croxley Mills in Watford, England, theilte 1889 in *The Papermakers Monthly Journal* die Erfahrungen mit, welche er in vier der bedeutendsten amerikanischen Zellstoff-Fabriken mit dem Yaryan-Verdampfer gesammelt hatte. Die gebrauchten Soda-Laugen kommen dort mit 5—7° Bé und etwa 170° F (77° C) in den Abdampfer, verlassen denselben mit 35—40° Bé und 140° F (60° C) und fliessen ununterbrochen in einen der verschiedenartig gebauten Verbrennungsöfen. Dort verbrennen sie sofort. Ihre ausgebrannte Asche kann sogleich wieder verwendet werden und liefert 48—50 pCt. Natron ($Na_2$ O). Die bei der Verbrennung entwickelte Wärme wird zur Erzeugung von Dampf und zum Erhitzen der schwachen zum Verdampfer fliessenden Laugen verwendet.

Fig. 1087 ist eine Seitenansicht, Fig. 1088 ein Grundriss der Gesammteinrichtung, Fig. 1089 ein senkrechter Längsschnitt durch die Scheidekammer *A*, Fig. 1090 giebt in kleinerem Maassstab einen waagerechten Längsschnitt durch die

Scheidekammer $A$ und Fig. 1091 eine Ansicht der darin befindlichen Scheideplatten $A^1$. Fig. 1092 zeigt in einem Längsschnitt durch die Endkammer $L''$ die Stiftenplatte $H'$ zum etwaigen Abschluss der Röhren $T$, das Rohr $O'$ zum Einlass der einzudickenden Flüssigkeit und den Wasserverschluss $S$ mit den Stopfbüchsen $d$.

Zum Anfang des Betriebs treibt man mit der Pumpe $Q$ die Lauge aus dem mit derselben verbundenen Behälter in den Kessel $H''$ und fördert deren Einströmung mit der Vakuumpumpe $O$ (Figg. 1087 und 1088), welche in der ganzen Vorrichtung Luftverdünnung erzeugt. Sobald die Lauge Kessel $H''$ bis zu einer gewünschten Höhe füllt, wird mittels des Dampfrohres $K$ in denselben Dampf geführt. Da die durch Rohr $O'$ in die Vertheilungskammer $L$ und später in $L'$ $L''$ tretende Flüssigkeit das Bestreben hat, gänzlich durch die unteren Röhren $T$ zu strömen, so wird, um dies zu verhindern, der Hebel $M'$ (Fig. 1092) so weit nach einwärts bewegt, dass die konischen Stifte $I'$ in die Oeffnungen $e$ der Rohrenden $K'$ treten und diese theilweise verschliessen. Die Lauge wird dadurch gezwungen, in den Kammern $L$—$L''$ bis zu den obersten Röhren $T$ emporzusteigen, diese sämmtlich in gleicher Menge zu durchfliessen und hierbei theilweise zu verdampfen. Die einigermaassen eingedickte Lauge nebst den daraus entwickelten Dämpfen gelangt dann in die Scheidekammer $A$, in welcher beide unter dem Einfluss des vergrösserten Raumes und der mechanischen Einwirkung der Platten $A'$ getrennt werden. Hierbei gelangen die Dämpfe durch die Oeffnungen $g$ (Figg. 1090 und 1091) in das Rohr $H$ (Fig. 1089) und aus diesem in den zweiten Cylinder $H'''$, während die Lauge durch die Bodenöffnungen $h$ austritt und infolge ihrer Schwere sich in die Schwimmerkammer $E$ ergiesst, aus welcher sie durch Rohr $U$ in die

Fig. 1087.

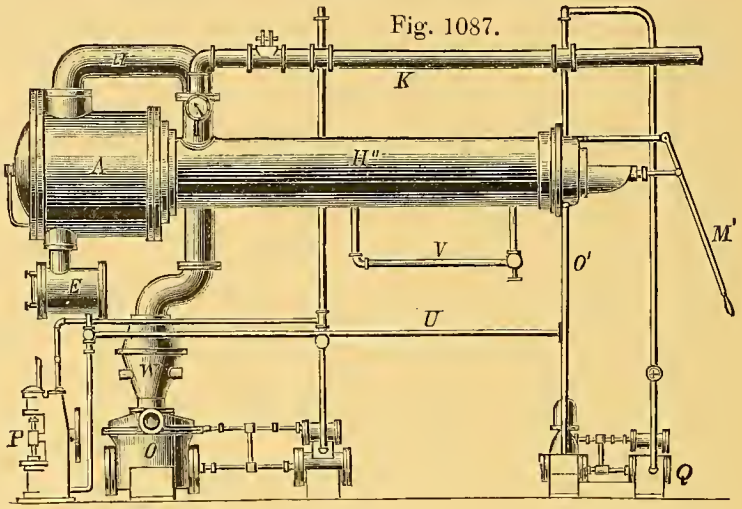
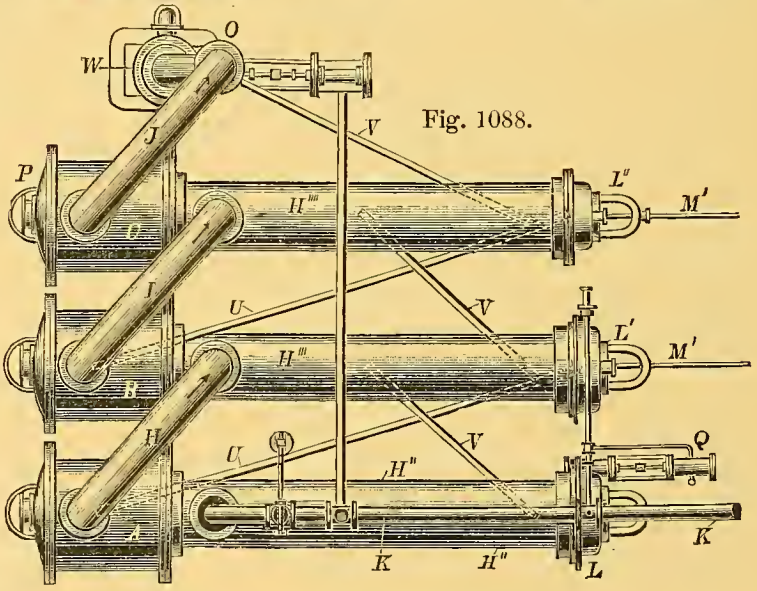



Fig. 1088.



Vertheilungskammer $L'$ des zweiten Systems $H'''$ übergeführt wird. In diesem System wiederholen sich die vorbeschriebenen Vorgänge, ebenso in dem dritten System $H''''$. Die Dämpfe gelangen aus der zweiten Scheidekammer $B$ durch Rohr $I$ nach Kessel $H''''$ und aus dessen Scheidekammer $C$ durch Rohr $J$ in den Kondensator $W$ der Vakuumpumpe $O$, während die eingedickte Lauge durch die Pumpe $P$ abgeführt wird. Sobald die Vorrichtung in Betrieb gesetzt ist, suchen die Luftverdünnungen in den verschiedenen Theilen derselben mit einander im Gleichgewicht zu bleiben, und es tritt in diesem Bestreben keine Aenderung ein, so lange der in dem ersten System $H''$ wirkende Dampfdruck und die in dem letzten System $H''''$ hergestellte Luftverdünnung sich nicht ändern. Für gewöhnlich beträgt bei einem Dampfdruck von 1 Atmosphäre im Cylinder des ersten Systems und einem Vakuum von 700 mm im dritten System das Vakuum im ersten System etwa 125 mm und im zweiten System etwa 380 mm Quecksilbersäule.

Fig. 1089.

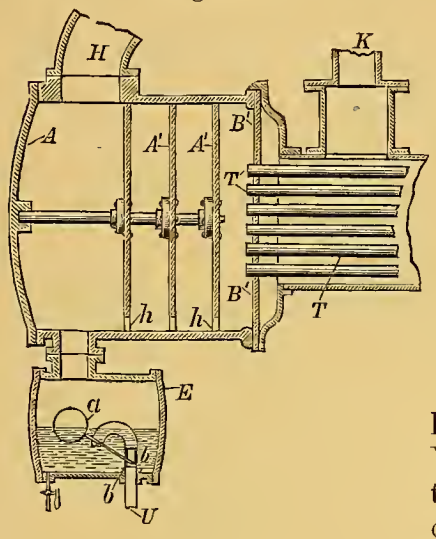
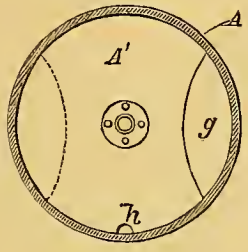
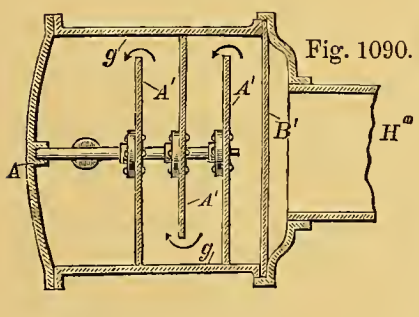



Fig. 1091.




Nachdem die theilweise eingedickte Lauge aus den Scheidekammern $A$, $B$ und $C$ ausgetreten und in die Schwimmerkammern $E$ gelangt ist, bedarf man einer selbstthätig wirkenden Vorrichtung, um die Lauge ununterbrochen der Vertheilungskammer des nächsten Systems zuzuführen, ohne dass Dämpfe mit übertreten. Zur Verhinderung des Durchtritts von Dämpfen ist das durch Schwimmer $a$ bethätigte Ventil $b$ (Fig. 1089) vorgesehen, welches bei einer bestimmten Flüssigkeitshöhe sich öffnet. Das höhere Vakuum in den mit der Lauge zu speisenden Röhren saugt die ganze von dem Ventil $b$ durchgelassene Lauge an.

Fig. 1090.



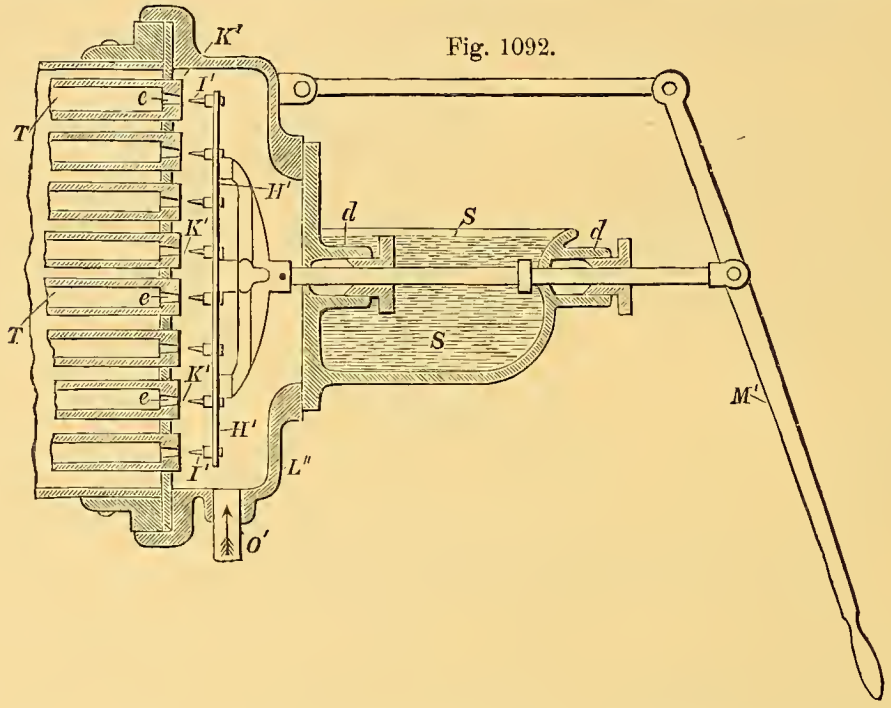

Da die Wandungen der Cylinder $H''$, $H'''$ und $H''''$ gewöhnlich aus Eisen und die Röhren $T$ aus Kupfer hergestellt sind, so ist Vorkehrung zu treffen, um den Unterschied zwischen der durch die Erwärmung bewirkten Zusammenziehung und Ausdehnung der beiden Metalle wirkungslos zu machen. Dies geschieht dadurch, dass man der die Röhren $T$ tragenden Platte $B'$ einen solchen Durchmesser giebt, dass sie wie ein vibrirendes Diaphragma wirkt und sich so ohne nachtheilige Spannung der Ausdehnung und Zusammenziehung der Röhren anpasst.

Das Kondenswasser der Cylinder $H''$, $H'''$, $H''''$ wird durch Röhren $V$ abgeführt und schliesslich durch die Luftpumpe $O$ entfernt, kann aber auch auf

andere Weise, wie z. B. durch eine mit dem Ablauf jedes Cylinders verbundene besondere Pumpe beseitigt werden.

Nach den Erfahrungen einer englischen Fabrik, die seit 6 Jahren mit einem 4fachen Yaryan'schen Verdampfer arbeitet, bekleiden sich die Röhren innen leicht mit feinen Fasern, die dann keine Wärme mehr durchlassen, so dass die Einrichtung unvortheilhaft verdampft. Dagegen bedarf der Verdampfer nur eines Dampfdrucks von etwa einer Atmosphäre-Ueberdruck, um Ablauge von etwa 4° auf 40° Bé zu verdichten, wenn dieselbe rein, d. h. frei von Faserstoffen ist. Für solche Anlagen ist desshalb das in Abschnitt 433 beschriebene Filter sehr nützlich. Zur Reinigung der Verdampfröhren dient ein eisernes Rohr, an dessen vordere Spitze das zum Auskratzen dienende spiral- oder speerartige Messer geschraubt ist, während durch

Fig. 1092.




einen am hinteren Ende angesetzten Gummischlauch fortwährend Wasser einfliesst und die abgekratzten Stoffe fortschwemmt. Mit Einlassen von Dampf wie bei Lokomotivröhren konnte man dies nicht erreichen.

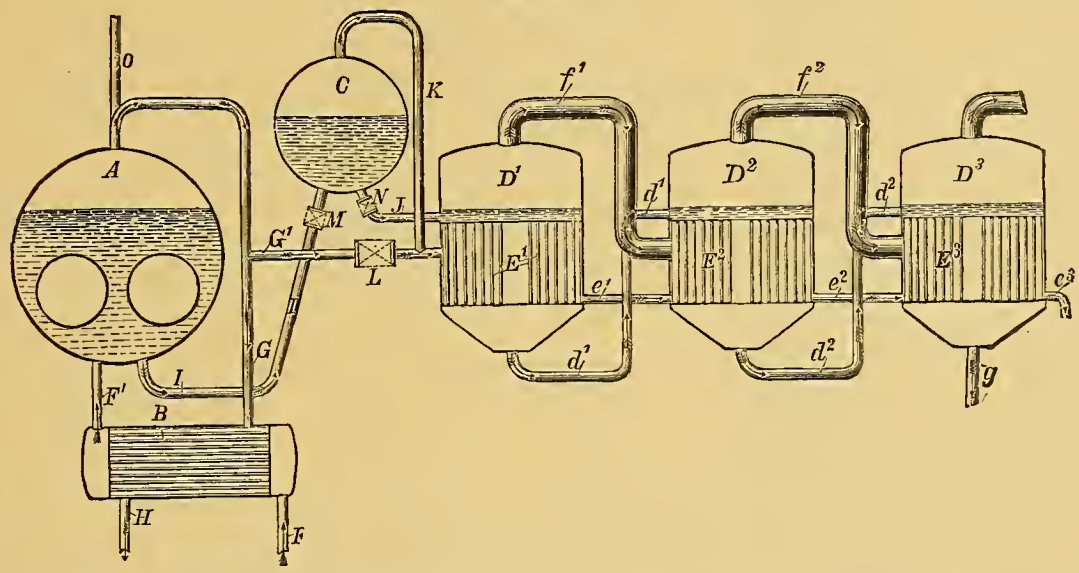
Die kräftige Wirkung des Verdampfers beruht darauf, dass die Flüssigkeit sehr rasch über das heisse Eisen wegeilt.

Bei den neuesten Yaryan-Verdampfern (1893) liegen die Körper $H''$, $H'''$, $H''''$ nicht nebeneinander, wie in Figg. 1087 und 1088, sondern übereinander, brauchen infolgedessen weniger Raum und sollen vortheilhafter arbeiten.

Die Herren W. J. Mirrles, von der Mirrles Watson & Yaryan Company in Glasgow und David Ballingall, Direktor dieser Gesellschaft, haben das englische Patent Nr. 11296 vom Jahre 1892 auf den in Fig. 1093 nach der Patentschrift wiedergegebenen mehrfachen Verdampfer *triple effect apparat* erhalten, der in Grossbritannien vielfache Anwendung findet.

Die einzudampfende Lauge tritt durch Rohr $F$ in einen Vorwärmer $B$, der durch Rohr $G$ vom Dampfkessel $A$ aus mit Abdampf geheizt wird, und aus diesem durch Rohr $F^1$ in den Dampfkessel $A$. Rohr $H$ führt das Niederschlagwasser aus dem Vorwärmer $B$ ab. Aus dem Dampfkessel $A$ wird die Lauge durch Rohr $I$ in einen Behälter $C$ gedrückt, in welchem infolge der Volumvergrösserung starke Verdampfung stattfindet. Von hier gelangt die Lauge durch Rohr $J$ in den aus drei Röhrenkesseln bestehenden Triple-effect-Apparat. Aus dessen erstem Kessel $D^1$ fliesst die Lauge durch Rohr $d^1$ in den zweiten $D^2$, aus diesem durch Rohr $d^2$ in den dritten $D^3$. Der Abdampf aus dem Behälter $C$ strömt durch Rohr $K$ in den Kessel $D^1$, umspült hier das Röhrenbündel $E^1$, durch welches die Lauge fliesst, verdichtet sich und tritt, grösstentheils in Wasser verwandelt, durch Rohr $e^1$ in den untern Theil des Kessels $D^2$, umspült hier wieder das Röhrenbündel $E^2$ und gelangt dann durch Rohr $e^2$ in den dritten Kessel $D^3$, aus welchem er schliesslich

Fig. 1093.




mehr oder minder verdichtet durch Rohr $e^3$ abgeführt wird. Der im Kessel $D^1$ aus der Lauge entwickelte Dampf gelangt durch Rohr $f^1$ in den Kessel $D^2$ und schliesst sich hier dem durch Rohr $e^1$ zutretenden Abdampf an, während der Abdampf des Kessel $D^2$ in gleicher Weise durch Rohr $f^2$ in den Kessel $D^3$ geleitet wird und sich hier mit dem durch Rohr $e^2$ zugeführten Abdampf vereinigt.

Aus dem letzten Kessel $D^3$ wird die Lauge durch Rohr $g$ in einen Kalzinirofen geleitet, in welchem sie vollkommen eingedickt und gebrannt wird.

Wenn der im Kessel $C$ entwickelte Abdampf nicht genügt, so wird ein Theil des Dampfes aus dem Dampfkessel $A$ durch Rohr $G^1$ abgezweigt und mit dem durch Rohr $K$ in den Kessel $D^1$ geleiteten Abdampf vereinigt. Die Ventile $L$, $M$ und $N$ in den Röhren $G^1$ $I$ und $J$ dienen zum Regeln des Dampf- und Laugenstromes.

Aus dem Dampfkessel $A$ kann gegebenenfalls ein Theil des Dampfes durch Rohr $O$ zum Betriebe einer Maschine abgeleitet werden.

**439. Riesel- und Einspritz-Thürme.** Ungerer hat das Seite 1176 erwähnte Rieselverfahren schon vor 1873 angewandt. Dasselbe erlangte damals keine Verbreitung, scheint aber neuerdings (1893) wieder Beachtung zu finden, wie folgende Patente zeigen.

Henry Blackman in New York hat das amerikanische Patent Nr. 478981 auf einen Kalzinirofen erhalten, der in Fig. 1094 durch einen Längsschnitt verdeutlicht ist, während Fig. 1095 den oberen Theil des Thurmes in grösserem Maassstab zeigt. Der Eindampfthurm $B$ ist doppelwandig hergestellt und noch mit einem hohlen Einsatz $B^1$ versehen. Die zu verdampfende Lauge wird mittels einer Flügelpumpe $P$ zum Theil (durch Rohr $w$ und Zweigrohre $p$ und $p^1$) von

Fig. 1094.

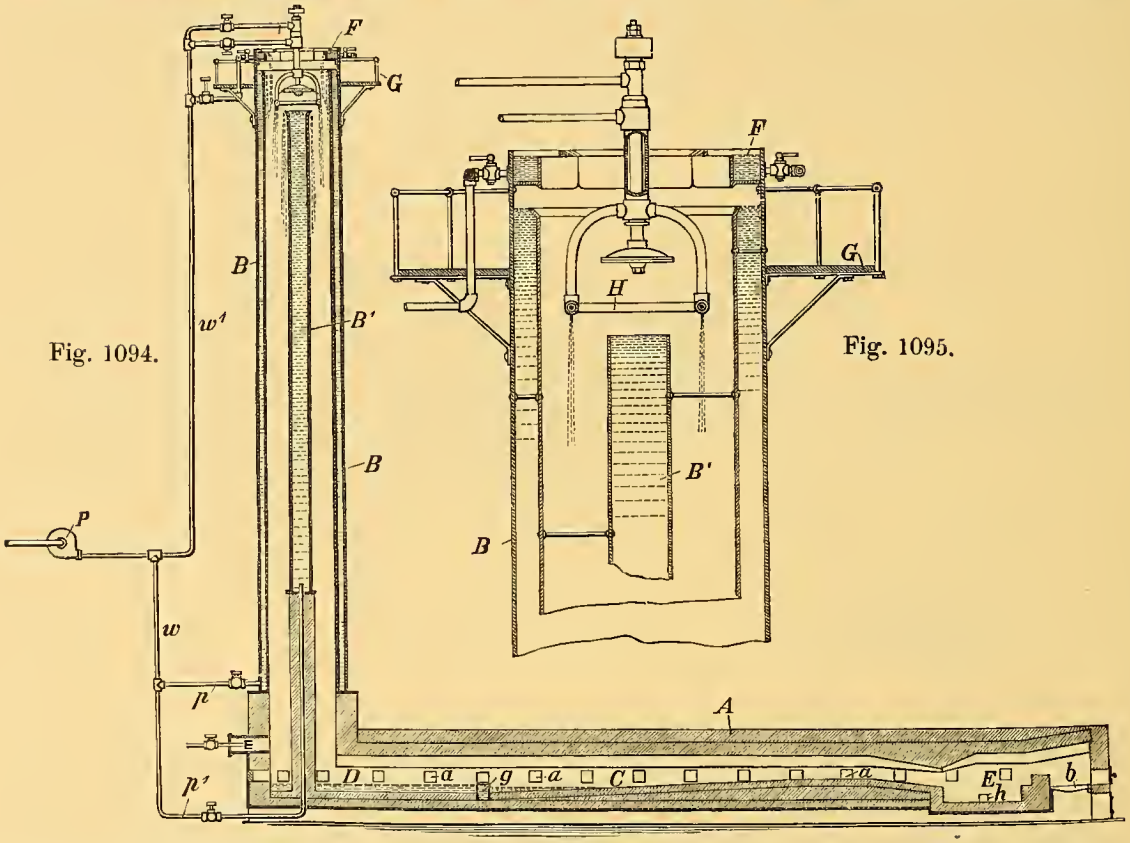


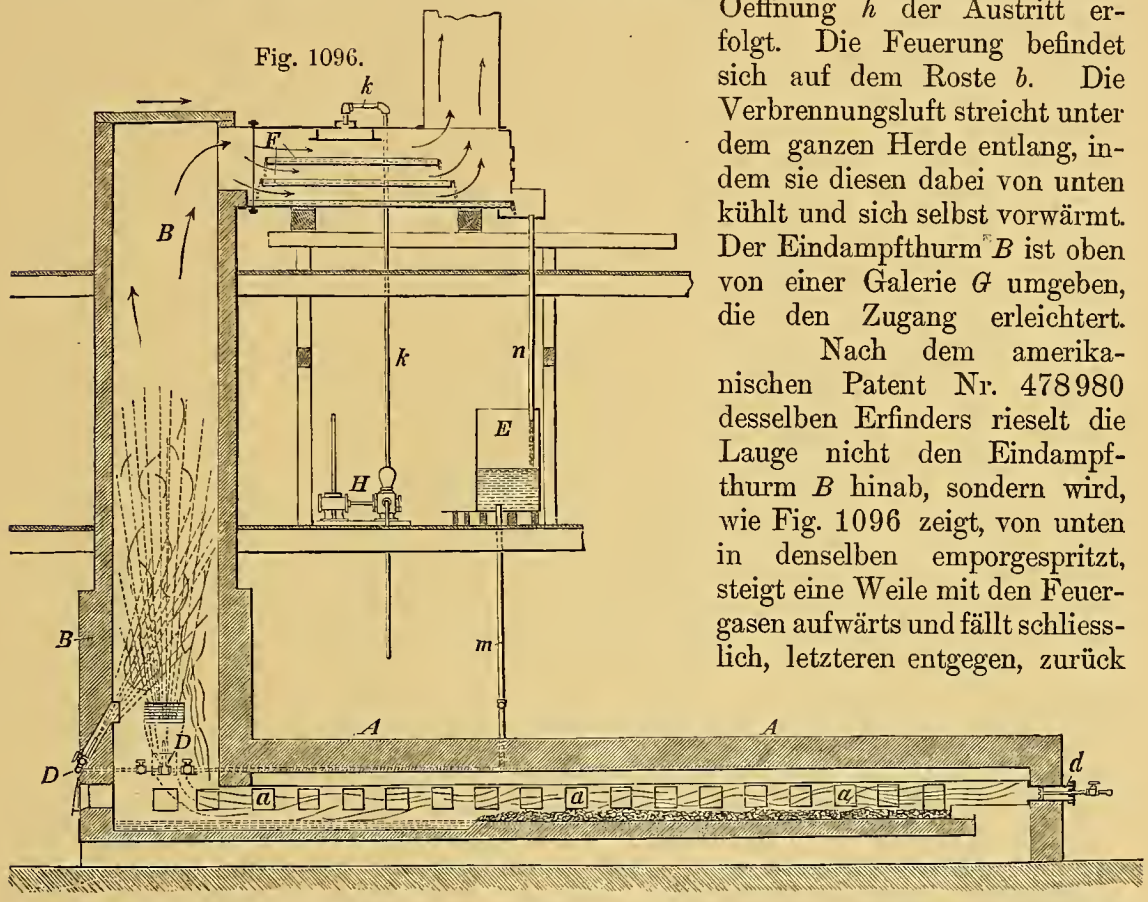

Fig. 1095.




unten in die hohle Wandung und den Einsatz $B^1$ des Thurmes $B$, zum Theil (durch Rohr $w^1$) von oben in eine Brause $H$, Fig. 1095, und einen ringförmigen Kanal $F$ in den Thurm gedrückt. Die in die Wandung $B$ und den Einsatz $B^1$ des Thurmes gepresste Lauge wird bei ihrem Emporsteigen stark vorgewärmt, fliesst am oberen Ende der hohlen Wandung und des Einsatzes $B^1$ nach innen über und rieselt an den heissen Flächen herab. Die aus der Brause $H$ und dem Ringkanal $F$ austretende Lauge strömt als Regen abwärts, die aufsteigenden Feuergase durchdringend. Auf dem Herde des Kalzinirofens $A$ (bei $D$), Fig. 1094, vereinigen sich beide Theile der schon stark eingedampften Lauge wieder. Sobald hier eine gewisse Menge sich angesammelt hat, tritt die Lauge über die Brücke $g$ in den eigentlichen Kalzinirraum $C$, wo, wie auch schon im Raum $D$, mit durch seitliche

Oeffnungen *a* eingeführten Stangen fortwährend umgerührt wird. Das festwerdende Natron wird mehr und mehr nach rechts, den Herd aufwärts geschoben, wo es einer stetig stärker werdenden Hitze ausgesetzt ist, bis alle organischen Beimengungen verbrannt sind, worauf das kalzinirte Natron seitlich herausgezogen wird. Handelt es sich um die Wiedergewinnung aus schwefelsaurem Natron, so wird die Masse noch weiter nach rechts bis auf den abfallenden Theil des Herdes geschoben, wo sie allmälig schmilzt und in die Grube *E* fliesst, aus der durch eine seitliche Oeffnung *h* der Austritt erfolgt. Die Feuerung befindet sich auf dem Roste *b*. Die Verbrennungsluft streicht unter dem ganzen Herde entlang, indem sie diesen dabei von unten kühlt und sich selbst vorwärmt. Der Eindampfthurm *B* ist oben von einer Galerie *G* umgeben, die den Zugang erleichtert.

Fig. 1096.




Nach dem amerikanischen Patent Nr. 478980 desselben Erfinders rieselt die Lauge nicht den Eindampfthurm *B* hinab, sondern wird, wie Fig. 1096 zeigt, von unten in denselben emporgespritzt, steigt eine Weile mit den Feuergasen aufwärts und fällt schliesslich, letzteren entgegen, zurück auf den Herd des Kalzinirofens *A*. Die zu verdampfende Lauge wird mittels der Pumpe *H* durch Rohr *k* zunächst in mehrere übereinander und am oberen Ausgang des Thurmes liegende Abdampfschaalen *F* gehoben, wo ein Theil verdampft, und von wo der übrige Theil durch Rohr *n* abwärts in einen Behälter *E* fliesst. Aus *E* gelangt die Lauge durch Rohr *m* in mehrere am unteren Ende des Thurmes *B* angeordnete, nach oben gerichtete Strahlrohre *D*, aus denen die Lauge unter einem dem Standort des Behälters *E* entsprechenden hydrostatischen Druck in fein vertheiltem Zustande austritt.

Der Kalzinirofen *A* ist ähnlich eingerichtet wie der in Fig. 1094 dargestellte desselben Erfinders, nur erfolgt die Feuerung mit Gas, welches aus Düsen *d* eintritt. Auch hier streicht die Verbrennungsluft, ehe sie in die Feuerung gelangt, unter dem Herde des Kalzinirofens hin.

**440. Mehrfache Verdampfung unter Luftleere und mit Schaum-Abscheider.** C. Heckmann, Berlin S.O., Görlitzer Ufer 9, baut zum Verdampfen von Natronlaugen die in Fig. 1097 in 1:60 der wahren Grösse dargestellte Einrichtung. Die Ablauge tritt durch Hahn $e^1$ in den ersten Verdampf-Körper *I*, füllt die senkrecht angeordneten Heizröhren, um welche der durch Ventil *d* eintretende Dampf spielt, und steht über denselben bis zu gewisser Höhe. Der aus der Lauge entwickelte Dampf geht durch Rohr $D^1$ in die ebenso wie bei *I* angeordnete Heizkammer des Körpers *II* und verdampft in diesem gleichfalls die Lauge. Dieser Dampf geht durch Rohr $D^2$ nach Körper *III*, wirkt dort in gleicher Weise, und der hier entstandene Dampf zieht durch Rohr $D^3$ in den Verdichter (Kondensator) *C*. Hier wird durch Rohr *w* Wasser eingespritzt, welches sich, wie aus der Zeichnung ersichtlich, durch mehrmalige Ueberfälle ausbreitet, den entgegenströmenden Dampf völlig verdichtet und mit dem entstehenden Dampf-Wasser durch Rohr *F* abfliesst. Der Verdichter *C* ist durch Rohr *L* mit der Luftpumpe $L^1$ verbunden, welche ununterbrochen die Luft und unverdichtbaren Gase aus *C* saugt und im Verdichter grosse Luftleere, d. h. sehr geringe Spannung erzeugt. Da der volle Atmosphären-Druck auf den frei in den Sumpf *S* mündenden Ausfluss des Rohres *F* drückt, während oben im Verdichter *C* nahezu Luftleere herrscht, so kann das Wasser aus Rohr *F* nur ausströmen, wenn es darin eine Drucksäule von 9 bis 10 m bildet, die den Gegendruck der Atmosphäre überwindet, wie in unserer Zeichnung. Im Verdichter herrscht während des Betriebs eine Temperatur von 50° C., und die Luftleere (Vacuum) beträgt 700—660 mm. In dem durch Rohr $D^3$ mit *C* verbundenen Körper *III* herrscht dieselbe Luftleere wie im Verdichter, und die Ablauge verdampft desshalb darin bei sehr niedriger Temperatur. Der Heizdampf, welcher durch Rohr $D^2$ aus Körper *II* kommt, braucht daher nur 15—20° wärmer zu sein als die Lauge, um in *III* erhebliche Verdampfung zu bewirken. Da infolgedessen in *II* geringerer Druck als in Körper *I*, aber höherer als in *III* herrscht, so können die in *I* entwickelten Dämpfe in *II* Verdampfung bewirken. Dadurch wird erreicht, dass der durch Ventil *d* eintretende Dampf fast dreimal soviel als sein eigenes Gewicht Wasser verdampfen kann.

Das in den Heizkammern durch Verdichtung entstehende Dampfwasser fliesst aus Körper *I* durch Rohr $B'$ in den Topf *T*. Aus *II* und *III* kann das Dampfwasser nicht ins Freie fliessen, weil in diesen Körpern niedrigerer Druck als aussen herrscht. Es muss desshalb durch Röhren $B^2$ $B^3$ mit sogen. Brüdenpumpen abgesaugt werden. In den ersten Körper *I* saugt man die Lauge nach Bedarf aus einem Vorrathsbehälter, aus *I* nach *II* durch Rohr $E^1$ mit Hahn $e^2$ und aus *II* nach *III* durch Rohr $E^2$ mit Hahn $e^3$. Aus *III* wird sie, auf den gewünschten Grad verdichtet, durch Rohr $E^3$ abgepumpt. Die Abzugshähne $a^1$ $a^2$ $a^3$ für Lauge haben einen zweiten Abfluss in das Rohr *W*, der zur Entfernung des Spülwassers beim Auswaschen der Heizkörper dient.

Die Luft, welche sich unvermeidlich mit dem Dampf in den Heizkammern ansammelt, wird durch Hähne $l^1$ $l^2$ $l^3$ und das in Rohr $D^3$ mündende Rohr *l* abgesaugt.

Jeder Körper hat zur Beobachtung der Temperatur ein Thermometer *t*, für die Luftleere ein Vacuummeter *m*, ein Flüssigkeitsstand-Glas *n*, einen Probenehmer *i* zum Herausnehmen und Ermitteln der Dichte der Lauge, Glasfenster *g* zum Beschauen der Arbeit im Innern, Lufteinlasshahn *b*, sowie Mannlöcher, Ventile, und Hähne zum Reinigen und Entleeren.

Da die Lauge beim Kochen stark schäumt, so würde sie in Form von Schaum in grosser Menge den Verdampfer verlassen, wenn dieser nicht durch eine der Firma Heckmann unter 51701 in Deutschland patentirte Einrichtung zurückgehalten würde. Dieselbe ist aus dem durchschnitten dargestellten Körper *I* ersichtlich und besteht aus einer den Dampfraum dicht abschliessenden Platte *P* mit Rohrauslass in der Mitte. Ueber diesem Rohrauslass befindet sich ein durch Hebel *h* von aussen verstellbarer Deckel *H*. Der Schaum gelangt nun durch die ringförmige Oeffnung über die Platte *P*, wo sich alles Flüssige abscheidet und durch Rohr *r* in die Lauge zurückfliesst, während der Dampf frei von Tropfen abzieht. Die Körper *I II III* sind zum Schutz gegen Wärmeverlust mit Holz bekleidet.

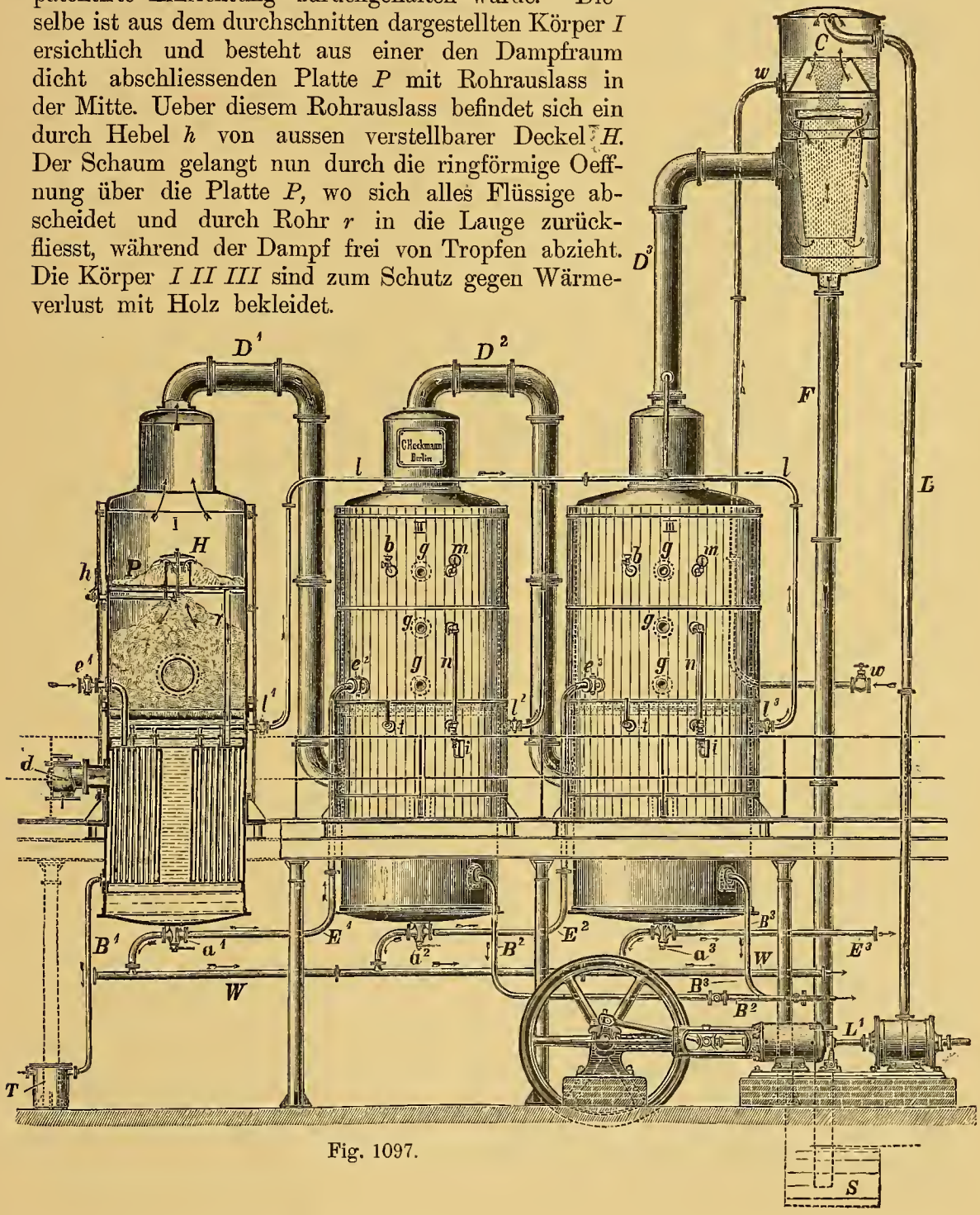



Fig. 1097.

Verdampfer dieser Art lassen sich in jeder Grösse herstellen und sollen mit 1 kg Heizdampf etwa 2,5 kg Wasser verdampfen. Wenn man annimmt, dass 1 kg Steinkohle 7 kg Dampf erzeugt, so könnte man also damit 17—18 kg Wasser verdampfen. Da sich der Verdampfer mit Dampf von 105° C., d. h. von $^1/_4$—$^1/_2$ Atmosphäre betreiben lässt, so kann man die Laugen mit Abdampf der Maschinen eindicken, falls dieser reichlich vorhanden ist.

Der beschriebene Verdampfer arbeitet mit sogenannter „trockener Kondensation“ und ist für grössere Einrichtungen mit Schieberluftpumpe versehen. Für kleinere Ausführungen arbeitet man auch gut mit sogen. nasser Kondensation, bei welcher die Luftpumpe nicht nur Luft, sondern auch Einspritzwasser fortzuschaffen hat.

**441. Mehrfacher Verdampfer mit Rieselung oder Verdampfung im Siederohr.** Julius Schwager in Berlin, der vorzugsweise Verdampfer für Zucker- und Zellstoff-Fabriken baut, hat auch für die Strohstoffanlage Goeritzhain bei Cossen einen solchen geliefert und guten Erfolg erzielt. Er wendet nicht nur mehrfache Verdampfung, sondern gleichzeitig ein Rieselverfahren an, welches die sehr störende Bildung von Schaum aus der Lauge verhindert und die Einrichtung erst brauchbar macht. Die Aufeinanderfolge der verschiedenen Theile und deren Zusammenwirken ist in Fig. 1098 dargestellt, die Anordnung muss jedoch bei der Ausführung den örtlichen Verhältnissen angepasst werden.

Die dünne Lauge wird aus dem Behälter $a^1$ von der Pumpe $P$ durch Röhren $g$ dem Verdampfer $C_1$ zugeführt, fliesst über die Rohrstutzen $f$ in dünner Rieselschicht um Röhren $R$ abwärts durch Rohr $g^1$ in den Verdampfer $C_2$, dessen Röhren sie in gleicher Weise berieselt, und verlässt $C_2$ durch Rohr $g^2$, um in gleicher Weise die Röhren in $C_3$ zu berieseln. Aus $C_3$ wird die Lauge von Pumpe $P_1$ durch Rohr $g^3$ abgesaugt und in den Behälter $a^2$ befördert, aus diesem durch Pumpe $P^2$ und Rohr $g^4$ in die Vorlage $V$ gehoben, aus der sie durch Rohr $g^5$ in den Behälter $a^2$ zurückfliesst. Aus $a^2$ wird die eingedickte Lauge durch Rohr $i$ in den darunter stehenden Rundofen abgelassen.

Bei zunehmender Erwärmung der Lauge entweichen, wie aus jeder anderen Flüssigkeit, die in der Lauge befindlichen Gase und Luft, jedoch nicht mit genügender Kraft zum Durchbrechen der Laugenhülle. Sie dehnen vielmehr diese nur aus, bleiben darin gefangen und bilden damit Schaum. Bei der Verdampfung aus dünner Rieselschicht, wie sie sich um die Röhren $R$ in $C_1$ bildet, kommt jedes entstehende Schaumbläschen mit der abwärts rieselnden Lauge in Berührung und wird von dieser derart angezogen, dass der in den Bläschen eingeschlossene Dampf wohl entweichen kann, aber die Hülle der Bläschen in der Lauge zurücklässt. Die in den Bläschen eingeschlossenen Dämpfe ziehen nach aufwärts, während ihre Hülle mit der Lauge abwärts fliesst, die Schaumblasen sind also ohne Verlust aufgelöst.

Die aus der Mitte $K$ des Rundofens aufsteigenden Verbrennungsgase gehen über die mit Lauge aus $a^2$ bedeckten Schraubengänge der Vorlage $V$ weg und geben dort die aus dem Ofen mitgerissenen festen Theile und löslichen Gase, sowie so viel Wärme an die Lauge ab, als diese aufzunehmen vermag. Die damit erfolgende Wäsche der Gase und Erhöhung ihres Dampfgehalts erhöht den Heizwerth der Gase und gestattet die Heizfläche des Verdampfers $C_2$, in welchen die Gase aus $V$ treten, entsprechend kleiner zu nehmen. Die Heizgase werden, nachdem sie durch die Röhren $R$ gegangen sind, in den Schornstein geführt.

Der durch die Heizgase in $C_1$ aus der über die Röhren $R$ herabrieselnden Lauge entwickelte Dampf geht durch Rohr $m^1$ in den Verdampfer $C_2$, wo er durch mit Lauge berieselte Röhren aufsteigt. Der in $C_2$ entwickelte Dampf geht durch Rohr $m^2$ in den Verdampfer $C_3$, wo er seinerseits Lauge verdampft. Der aus der Lauge in $C_3$ entwickelte Dampf wird durch Rohr $m^3$ in den Gegenstrom-Verdichter $O$ geleitet und hier durch Wasserkühlung bis zur Verflüssigung verdichtet.

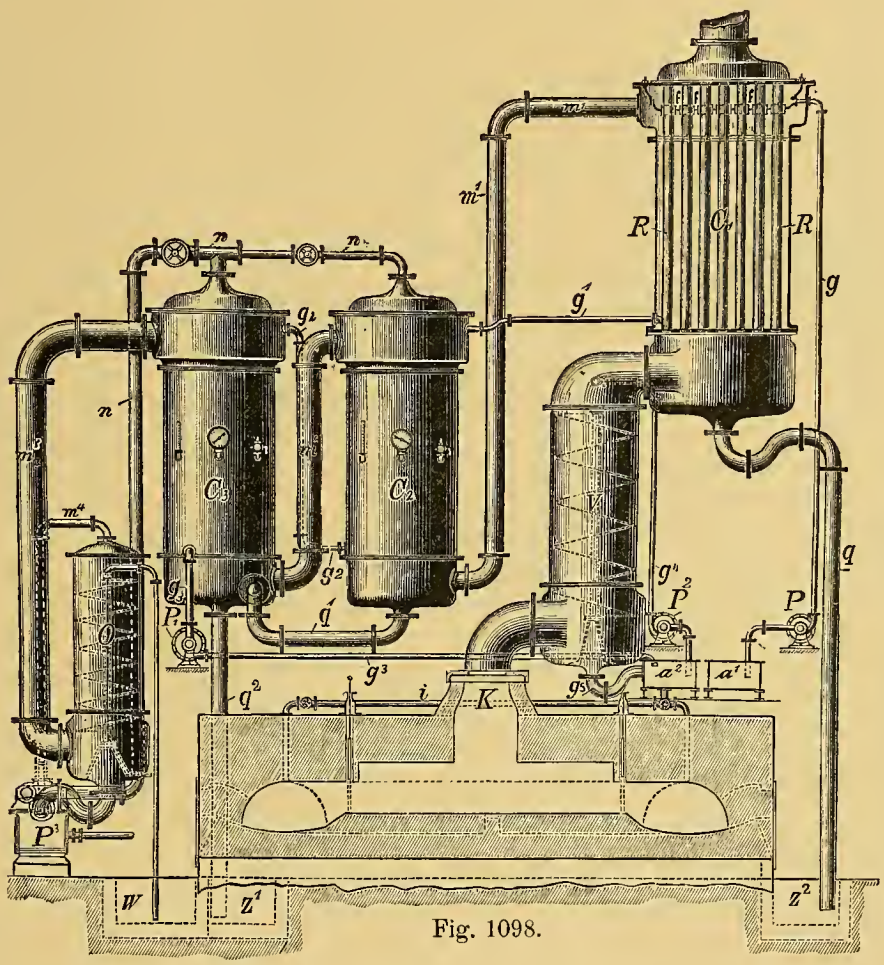



Fig. 1098.

Das dabei entstehende Dampfwasser wird mit dem aus Behälter $W$ hochgesaugten Kühlwasser, sowie mit den nicht flüchtigen Gasen aus dem Verdichter $O$ von der nassen Luftpumpe $P^3$ angesaugt und weggepumpt. Derselben Pumpe $P^3$ können auch die aus $C_2$ und $C_3$ durch Röhren $n$ abziehenden Gase zugeführt werden, damit sie gleichfalls eine Waschung und Verdichtung erfahren, wenn man sie nicht den Feuergasen zublasen will. Etwaige in den oberen Theil von $O$ gelangenden Gase werden durch Rohr $m^4$ von der Pumpe $P^3$ abgesaugt. Ob das von der Pumpe $P^3$ geförderte verdichtete Wasser mit den darin enthaltenen Gasen noch weitere Ver-

wendung erfahren kann, wird in jedem Fall von den verarbeiteten Rohstoffen und den örtlichen Verhältnissen abhängen.

Flüssigkeiten, die im untern Theil von $C_1$ durch Verdichtung von Gasen und Dämpfen entstehen, finden ihren Abfluss durch Rohr $q$ in den Behälter $Z^2$. Ebensolche Flüssigkeiten aus $C_2$ gelangen durch Rohr $q^1$ nach $C_3$, geben dort noch Dampf ab und gelangen durch Rohr $q^2$ in den Behälter $Z^1$. Die als Kreiselpumpen skizzirten Pumpen $P\ P^1\ P^2$ werden wie $P^3$ als Kolbenpumpen ausgeführt.

In Fig. 1099 ist in vergrössertem Maassstab die Einflussöffnung $f$ gezeigt, durch welche die Lauge in dünner Schicht rings um die Röhren $R$ ihren Weg suchen muss. Nebenan ist der Ansatz des Laugenrohrs $g$ skizzirt, dessen Einlauföffnung von einem ringsum laufenden Schutzblech $h$ bedeckt ist. Das Blech $h$ bewirkt, dass die eingepumpte Lauge nicht eingespritzt wird, sondern ringsum an der Wand herabrinnt und keine Gelegenheit zur Schaumbildung findet.

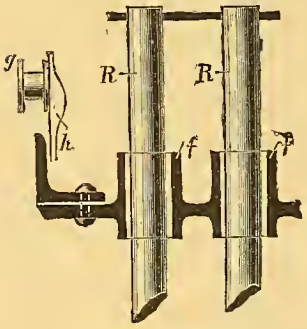


Fig. 1099.

Die Berieselung innen beheizter Röhren beseitigt nicht nur den Schaum, sondern ermöglicht auch die Entwicklung von Dampf niedrigster Spannung, Ausnützung der vorhandenen Wärme sowie Anwendung weniger und längerer Röhren. Durch die Pumpen wird, wie bei der Heckmann'schen in Abschnitt 440 beschriebenen Einrichtung, Luftleere (Vacuum) erzeugt, welche die Verdampfung erleichtert und Verwendung schwacher Dämpfe ermöglicht.

Anstatt der in unserem Beispiel angenommenen dreifachen, kann man selbstverständlich auch 4- und mehrfache Verdampfung anwenden.

Die wesentlichen Theile der beschriebenen Einrichtung sind seit mehreren Jahren in erfolgreichem Betrieb.

In manchen Fällen lässt J. Schwager die Röhren der Verdampfer nicht von aussen berieseln, sondern führt die Lauge durch dieselben und beheizt sie von aussen. Ein Verdampfer dieser Art von gewöhnlicher Robert-Bauart ist in Fig. 1100 im Durchschnitt dargestellt.

Jedes Rohr $a$ hat hier einen Aufsatz $c$, mit dem es über die Heizkammer hinausreicht, und die Oberkanten all dieser Aufsätze $c$ müssen genau in einer waagerechten Ebene liegen. Die Lauge fliesst durch Röhren $k^1 k$ und $l$ in eine inmitten des Verdampfers angebrachte Rohrerweiterung und aus dieser durch strahlenförmige Zweigröhren $m$ in ein ringsum laufendes Gerinne $x$ von der durch $h$ in Fig. 1099 dargestellten Art. Die in den Röhren $l\ m$ befindliche Luft kann durch das Röhrchen $n$ entweichen. Aus dem untern Schlitz des Gerinnes $x$ gelangt die Lauge auf die Deckplatte $p$, auf welcher sie bis zur Oberkante der Rohraufsätze $c$ steigt und von dort in dünnen ringförmigen Schichten längs den inneren Wänden durch die Röhren $a$ fliesst. Da die Röhren $a$ von aussen beheizt sind, so wird die Lauge auf ihrem Wege durch $a$ eingedampft, gelangt durch Stutzen $d$ in das Rohr $f$ und, bei mehrfacher Wirkung der Wärme, in den nächsten Verdampfer usw. Der in den Röhren $a$ entwickelte Dampf gelangt durch die obere Oeffnung $b$ in den nächsten Verdampfer, dient dort zum Heizen der Röhren von aussen, usw.

Da die Lauge oder Flüssigkeitsmenge sich durch Verdampfung fortwährend vermindert, so steht dieselbe in dem Sammelraum *d* jedes folgenden Verdampfers niedriger als im vorhergehenden. Die zum Fördern derselben in den oberen Raum des folgenden Verdampfers dienende Pumpe muss die Lauge daher immer höher heben. Um dieses Heben und damit die Arbeit der Pumpe zu vermindern, staut Schwager in manchen Fällen nach dem Vorbild von Claassen und Anderen in den letzten Verdampfern die Lauge bis zu einer gewissen Höhe an. Dies geschieht dadurch, dass er die Lauge aus *d* nicht unmittelbar durch Rohr *f*, Hahn *g* und Rohr *r* abfliessen lässt, sondern sie zwingt, durch das senkrechte Rohr *i* aufzusteigen und aus diesem erst durch Hahn *h* und Rohr *r* abzuziehen. Der Stand der Lauge lässt sich durch Höherstellen des Schieberohrs $i^1$ mittels Spindel und Handrades *q* beliebig erhöhen, so dass die Oberfläche der Lauge bei hochgezogenem Rohr $i^1$ in der Linie $i^2$ liegt, dass also die Lauge den untern Theil der Röhren *a* füllt. Das Wasserstandrohr *w* zeigt den Stand der Lauge im Verdampfer, und Rohr *o* dient zur Ausgleichung des Drucks im Verdampfer und dem Behälter *u* des Uebersteigrohrs *i*.

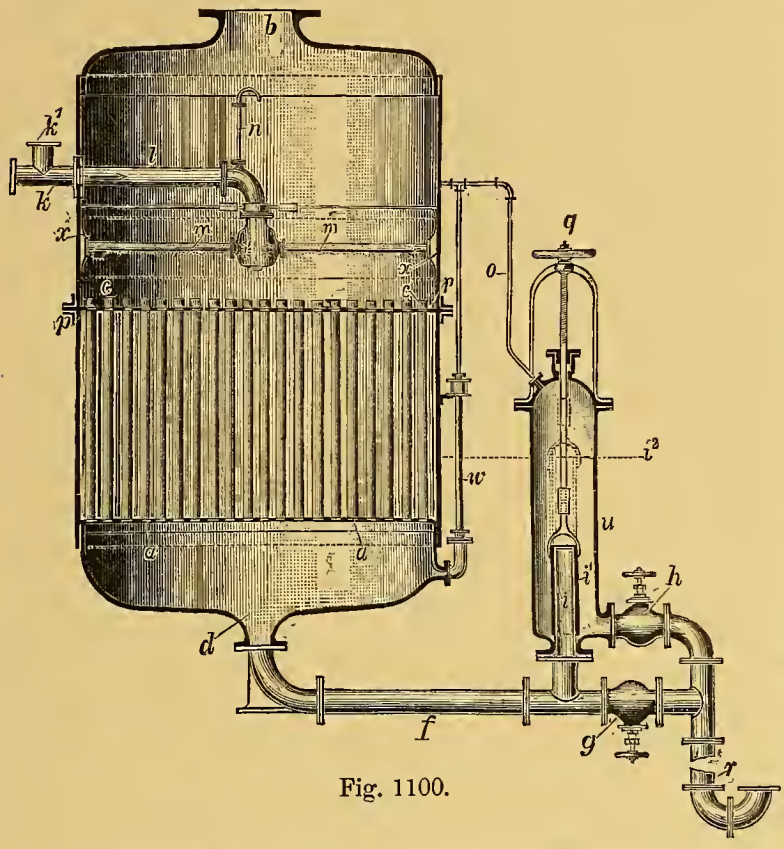


Fig. 1100.

Wenn der untere Theil der Röhren *a* mit Lauge gefüllt ist, so reisst der daraus entwickelte Dampf Lauge mit nach oben und spült die Röhren innen aus, kann sich aber auch so heftig entwickeln, dass er nicht nur Lauge, sondern auch Schaum über die Röhren *a* und deren Aufsätze *c* hinaus mitreisst. Nachdem vorher durch vorsichtige Führung der Lauge und Rieselung derselben durch die Röhren die Bildung von Schaum möglichst vermieden wurde, kann dieselbe unbeabsichtigt durch zu hohen Stand der Lauge in den Röhren *a* wieder hervorgerufen werden. Der Fabrikant muss deshalb durch Regelung des Laugenstands mit dem Ueberfallrohr $i^1$ dafür sorgen, dass womöglich Rieselung im oberen Theil und Spülung durch vom Dampf mitgerissene Lauge im untern Theil der Röhren *a* stattfindet, ohne dass beide nützliche Thätigkeiten sich aufheben.

Herr Schwager hat für alle diese Einrichtungen Patentschutz nachgesucht und schreibt am Schlusse seiner Mittheilungen:

Die Erkenntniss der Nothwendigkeit, die zu verdampfende Flüssigkeit an der Heizfläche so schnell zu wechseln, dass die Wärme-Abgabe dem Höchstmöglichen genähert wird, hat zu verschiedenen Formen der Verdampfung geführt. Von denselben verdient diejenige den Vorzug, welche die grösste Betriebssicherheit mit der grössten Leistung verbindet.

Man hat zu wählen, ob man die erst beschriebene Berieselung der innen geheizten Röhren anwenden, oder die Lauge wie in Fig. 1100 durch von aussen beheizte Röhren fliessen lassen will. In manchen Fällen wird man wahrscheinlich gut thun, wenn man die ersten Verdampfer, in denen die Ablauge noch dünn ist, mit Berieselung von aussen versieht, in den folgenden aber die schon ziemlich eingedickte Lauge durch die Röhren selbst fliessen lässt, weil in diesen das Ansetzen durch die beschriebene Spülung verhindert werden kann. Jedenfalls erfordert die zweckmässige Anlage von Verdampfern grosse Erfahrung und muss den Verhältnissen angepasst werden.

An dieser Stelle konnten auch nur die Grundgedanken der bis zur Niederschrift bekannten und bewährten Einrichtungen wiedergegeben werden, da die Anführung aller vorgeschlagenen und ausgeführten Einrichtungen zu weit führen würde. Gerade jetzt (1893) wird das Gebiet der Verdampfung von so vielen Seiten bearbeitet, dass fortwährend Neues auftaucht und zu befürchten ist, dass das hier Niedergeschriebene rasch veraltet.

Ob es zweckmässig ist 3- oder mehr-, bis 6-fache Verdampfung anzuwenden, hängt von den Preisen des Brennstoffes sowie der Maschinen und Kessel ab. Man wird schwerlich die Kosten einer Anlage für sechsfache Verdampfung aufwenden, wo Kohle sehr billig ist, und es sich nicht lohnt, die entwickelte Wärme durch kostspielige Anlagen aufs Aeusserste auszunützen. Bei solchen Verhältnissen wird man sich sogar mit ein- oder zweifacher Verdampfung begnügen, sodass man in ersterem Falle die Luftpumpe sparen kann und nur einen Ofen, eine Vorlage und einen Verdampfer braucht. Wo jedoch Kohle theuer ist, wird sich möglichste Ausnützung der Wärme und vielleicht sechsfache Verdampfung empfehlen.

**442. Eindampfen in Dampferzeugern.** Verf. besuchte 1888 die Zellstoff- und Papierfabrik von De Naeyer & Cie. in Willebroeck bei Mecheln in Belgien und gab in Nr. 58 der Papier-Zeitung desselben Jahres eine Beschreibung des Gesehenen. Danach werden Esparto, Holz, Stroh, Schilfrohr usw. nach vorheriger Waschung und Reinigung in 42 Drehkesseln gekocht, die sich in darunter stehende Waschholländer entleeren. In diesen wird die Ablauge durch Waschwasser verdünnt und fliesst in diesem Zustand, d. h. mit 1° Bé in einen gemeinsamen Sammelbehälter. Sämmtliche 23 Röhren-Dampfkessel der Fabrik werden mit dieser dünnen Ablauge statt mit reinem Wasser gespeist. An jedem dieser Dampfkessel befinden sich Wasserstandgläser in verschiedener Höhe. Jeder Kessel wird zunächst so weit mit Ablauge gefüllt, bis diese sich in dem höchsten Wasserstandglas zeigt; dann wird verdampft, bis die Oberfläche des flüssigen Kessel-Inhalts in dem untern Wasserstandglas zum Vorschein kommt. Daran erkennt der Kesselwärter, dass von neuem gespeist werden muss, bis der Kessel wieder auf die frühere Höhe gefüllt ist usw. Durch diese Art des Dampferzeugens wird die Ablauge auf eine Konzentration von 12° Bé gebracht und durch den in den Kesseln herrschenden Druck in grosse, in gewölbten Räumen liegende, cylindrische Kessel geblasen. Die Ablauge hat in diesem Zustand 6 Atmosphären Spannung und entwickelt Dampf, der durch die inneren Heiz-Röhren eines gleich grossen, ebenfalls mit Lauge gefüllten Verdampfers

geführt wird. Hierdurch wird die ältere und mehr abgekühlte Ablauge dieses zweiten Kessels so erhitzt, dass sie auch ihrerseits Dampf von etwa $5^1/_2$ Atmosphären Spannung entwickelt, der in die Röhren eines gleichen dritten Kessels geleitet wird, dort noch kältere Ablauge erhitzt und Dampf von etwa 5 Atmosphären erzeugt, der in die Röhren eines vierten Kessels geht usw. Mit einer Batterie von 8 solchen Kesseln, also mit achtfacher Verdampfung, wird es ohne unmittelbaren Verbrauch von Brennstoff möglich, die Lauge auf $30^0$ Bé zu verdichten. Die so verdichtete Lauge ist bereits brennbar, wird zu Asche gebrannt, kaustizirt, und zu neuen Kochungen verwendet. Man kann die unter den Dampfkesseln verbrauchten Brennstoffe nur zum kleinsten Theil der Wiedergewinnung zur Last schreiben, da der weitaus grössere Theil in jedem Fall zur Dampferzeugung nöthig wäre. Die Wiedergewinnung von mehr als 80 pCt. des angewandten Natrons erfolgt daher ohne erheblichen Aufwand von Brennstoff. Der in den Dampferzeugern entwickelte Dampf geht in einen gemeinsamen Dampfsammler, worin sich auch etwaige mitgerissene Spuren von Lauge absetzen können und wird von da überall hin entnommen, wo er gebraucht wird. Erfahrung und Versuche haben gezeigt, dass man die Dampferzeuger nicht zu sehr anstrengen darf, wenn man verhüten will, dass Wasser oder Lauge vom Dampf mitgerissen wird. Müssen die Kessel zu viel leisten, so lässt sich das Mitreissen von Flüssigkeit durch keinerlei eingeschaltete Wände oder andere Hilfsmittel verhindern. Reichliche Heizfläche ist daher bei Dampferzeugung stets die Hauptsache. Durch Beobachtung dieser Lehre hat De Naeyer es dahin gebracht, dass die feinen Betriebsmaschinen mit Ventil-Steuerung anstandslos mit dem aus der Ablauge erzeugten Dampf gespeist werden können, und dass dieser Dampf niemals die geringste Färbung von mitgerissener Lauge zeigt.

Man könnte gegen diese Art der Erzeugung von Dampf aus den Ablaugen einwenden, dass dabei vielleicht mehr Kohle zur Erzeugung des Betriebsdampfes verbraucht wird, als bei Kesseln bester Art, die mit vorgewärmtem reinem Wasser gespeist werden. Ein solcher Mehrverbrauch würde allerdings der Wiedergewinnung zur Last fallen, dürfte sich aber schwer ermitteln lassen. Die von der De Naeyer'schen Maschinenfabrik erbauten Röhrenkessel arbeiten übrigens nach den vielen damit gemachten Erfahrungen durch raschen Umlauf des Wassers sehr vortheilhaft, und es ist nicht abzusehen, warum die Erzeugung von Dampf aus dünner Ablauge mehr Brennstoff kosten soll, als aus Wasser. Allerdings scheint es zu regelrechtem Betrieb erforderlich, dass viele solcher Kessel wie in Willebroeck zusammen arbeiten, damit stets für den nöthigen Dampfvorrath gesorgt ist.

**443. Rundofen zur Wiedergewinnung von Soda.** Die am 8. März 1892 ausgegebene Patentschrift Nr. 61336 von Julius Schwager in Berlin bringt die Beschreibung einer nach Art der Ziegel-Ringöfen gebauten Einrichtung. Fig. 1101 ist ein Grundriss, Figg. 1102, 1103, 1104 sind senkrechte Schnitte nach *A—B*, *C—D* *E—F* der Fig. 1101.

Der Ofen besteht aus beliebig vielen, hier 4 Abtheilungen *I II III IV* zur Aufnahme der Laugen, die durch Sohlbänke *b* und senkrecht darauf stehende Schieber *S* von einander getrennt werden können. Jeder dieser Schieber wird in einer Tasche *t* (Figg. 1002 und 1004) geführt, die nur in einer Stopfbüchse von der Schieberstange durchsetzt ist, welche mittels Kette und Rolle von aussen in Bewegung gesetzt wird, ohne dass von aussen Luft in den Ofen treten kann. Die

Abtheilungen sind durch Drosselklappen $d_1$ $d_2$ $d_3$ $d_4$ mit einem innern Gasabzugskanal $K$ verbunden, der in Kanal $E^1$ und durch diesen in die Esse $E$ führt. Jede Abtheilung ist auch mit Feuerrost $r_1$ $r_2$ $r_3$ $r_4$ und Schürloch $L_\mathrm{I}$ $L_\mathrm{II}$ $L_\mathrm{III}$ $L_\mathrm{IV}$ versehen.

Füllt man beispielsweise zuerst nur Abtheilung $I$ mit Lauge, so bleiben alle Schieber $S$ geschlossen und von den Drosselklappen nur $d_1$ geöffnet, und es

Fig. 1101.

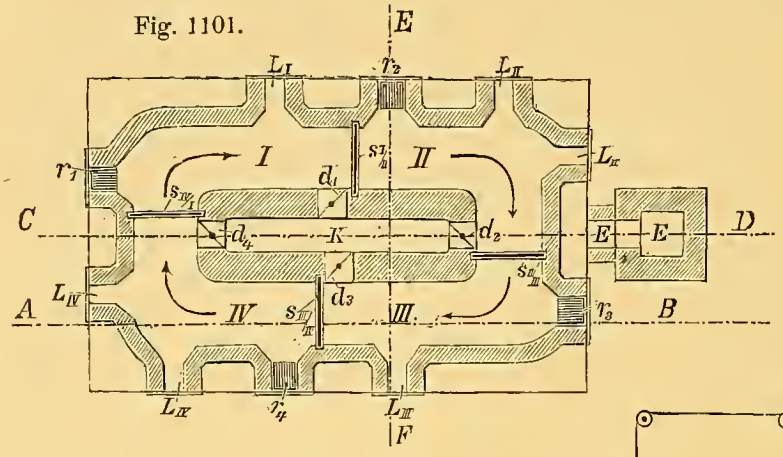



Fig. 1102.

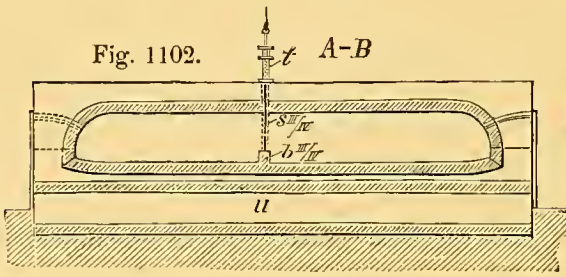



Fig. 1103.

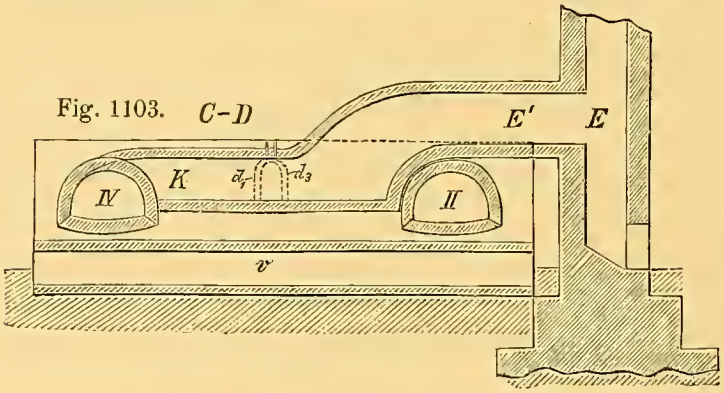
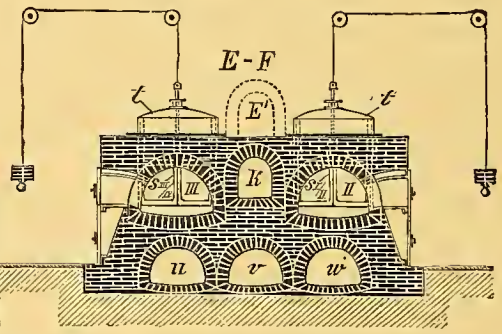



Fig. 1104.




wird auf Rost $r_1$ Feuer angelegt, dessen Gase über die Oberfläche der Lauge in $I$ streichen und mit dem entwickelten Wasserdampf durch $K$ zur Esse abziehen.

Beschickt man dann Abtheilung $II$ mit Lauge, so öffnet man Drosselklappe $d_2$ sowie Schieber $S^\mathrm{I}/_\mathrm{II}$ und schliesst $d_1$. Die auf Rost $r_1$ entwickelten Feuergase bestreichen dann die Lauge in $I$ und $II$ und gehen durch $d_2$ $K$ $E^1$ in die Esse $E$.

Wenn in gleicher Weise noch Abtheilungen *III* und *IV* angeschlossen werden, so bleibt nur Schieber $S^{IV}/_{I}$ geschlossen und nur Klappe $d_4$ geöffnet, so dass die Feuergase von $r_1$ aus durch *I II III IV* streichen und durch $d_4$ *K E*[1] in die Esse *E* ziehen müssen. Wenn der Untergrund es gestattet, führt man die Endgase aus Kanal *K* in den unteren Kanal *v* und aus diesem abwechselnd durch *u* oder *w* in die Esse. Durch die so erhitzten Kanäle *u w* führt man abwechselnd die Verbrennungsluft, so dass dieselbe vorgewärmt durch besondere Kanäle oder den Rost in die jeweilig erste Abtheilung gelangt.

Sobald die Lauge in *I* soweit abgedampft und zu der Temperatur gesteigert ist, bei welcher die Kohlenwasserstoffe in Gasform übergehen, verbrennen diese und veranlassen durch die vermehrte Wärme neue Vergasung und Entzündung, sodass die Lauge weiterhin selbst den Brennstoff liefert, und die weitere Feuerung des Rostes $r_1$ unterbleiben kann. Die aus *I* abziehenden Feuergase können mehr Wasserdampf aufnehmen als sie aus *I* entführen und bewirken Verdampfung in Abtheilungen *II III IV*.

Ehe Abtheilung *I* abgebrannt ist, entwickelt die Lauge in *II* schon entzündbare Gase und unterhält die Verbrennung selbständig weiter. Jede fertig gebrannte Abtheilung wird von den anderen abgesperrt, und man kann dieselbe unter beschränktem Luftzutritt nachschwelen lassen, ohne von dem dabei ausströmenden üblen Geruch belästigt zu werden.

Ist die Lauge in *I* genügend eingedampft, so wird Schieber $S^{I}/_{II}$ soweit gesenkt, dass nur die nöthige Verbrennungsluft in *I* vorgewärmt mit den dort entstehenden Gasen nach *II* durchziehen kann. Hat man die wiedergewonnene Soda, d. h. die Laugenasche aus *I* abgezogen und diese Abtheilung neu mit Lauge gefüllt, so wird Schieber $S^{I}/_{II}$ völlig geschlossen, die Luft unmittelbar in *II* eingeleitet, Klappe $d_1$ und Schieber $S^{IV}/_{I}$ geöffnet und Klappe $d_4$ geschlossen. Dann ziehen die in *II* entwickelten Feuergase durch *III IV* und *I*, von wo sie durch $d_1$ *K E'* in die Esse gelangen. Auf diese Art wird jede der Abtheilungen *I* bis *IV* abwechselnd die erste, zweite und letzte der Reihe.

Nach Angabe des Erfinders ist also hier nur zum Anfeuern etwas Brennstoff erforderlich, und das weitere Ausbrennen wird durch den in der Lauge enthaltenen Brennstoff bewirkt. Die Patent-Beschreibung sagt nicht, wie dicht die Lauge schon sein muss, damit man ohne Brennstoff das darin befindliche Alkali als trockene Masse gewinnen kann. Soweit Verf. erfahren konnte, sollte die Lauge auf mindestens 30° Bé. verdichtet sein. Wenn dieselbe mehr Wasser enthält, als die beim Verbrennen der aus Inkrusten stammenden Stoffe entwickelte Wärme verdampfen kann, so wird man entweder die Lauge vor dem Einlassen von mehr Wasser befreien oder durch beständiges Feuern nachhelfen müssen. Stroh, Holz und andere Pflanzen enthalten auch verschieden grosse Mengen von Inkrusten und liefern der Lauge ebenso verschiedene Mengen brennbarer Stoffe.

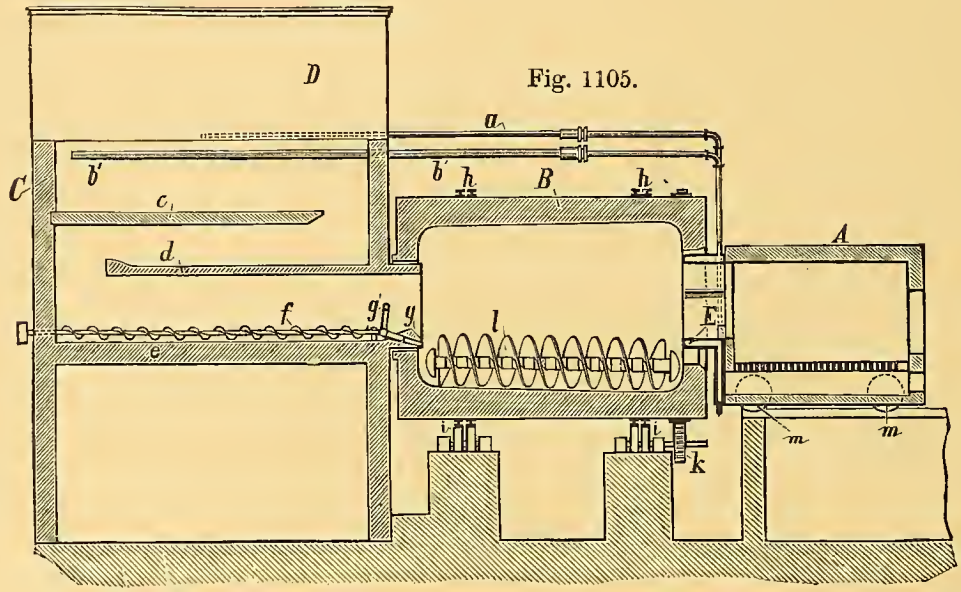
Das Verfahren erscheint jedoch seiner Einfachheit und billigen Ausführung wegen sehr beachtenswerth und soll in England und Schottland schon längere Zeit erfolgreich benutzt werden. Die Oefen sind dort so gebaut, dass man die zur Trockene eingedampfte Ablauge in Gewölbe krückt, welche unter den Eindampfbecken liegen. Hier brennt das Ofengut vollends aus, fördert noch die Verdampfung der darüber liegenden Eindampfbecken und ergiebt eine grauweisse Soda-Asche.

Wo mit Sulfat gearbeitet wird, muss man den Eindampfofen durch einen Schmelzofen ergänzen, den man am besten, wie Dahl (vergl. Seiten 1178 bis 1181) so anordnet, dass die ausgebrannte Asche leicht hineingebracht werden kann, und dass seine Feuergase noch zum Eindicken der Lauge dienen.

In englischen Fabriken soll man mit mehrfacher Verdampfung und solchen Oefen 92 bis 93 Procent der ursprünglichen Soda zurückgewinnen.

**444. Dreh-Kalzinirôfen.** In der ersten 1875 erschienenen deutschen Ausgabe dieses Buches ist schon Seite 521 die Anwendung der in den Sodafabriken zu gleichem Zwecke dienenden (rotirenden) Drehöfen empfohlen. Erst 13 Jahre später kamen dieselben jedoch in Amerika in Gebrauch auf Grund des Patents Nr. 380670, welches John E. Warren und Francis A. Cloudman in Cumberland Mills, Maine, im Jahre 1888 auf den in Fig. 1105 dargestellten Ofen erhielten.

Fig. 1105.




*A* ist der Feuerherd, *B* der Drehofen, *C* die Einrichtung zum Eindampfen. Die Lauge, aus welcher das Natron wiedergewonnen werden soll, befindet sich in dem auf dem Eindampfofen angeordneten Behälter *D*. Von hier fliesst dieselbe durch Rohr *a* in den die Feuerung mit dem Drehofen verbindenden hohlen Hals *E*, wird in diesem vorgewärmt und steigt unter dem Druck der Flüssigkeit in *D* und *a* durch das Rohr *b* in den oberen Theil des Eindampfers *C*, wo sie über die Stufen-Flächen *c* und *d* herab auf die Sohle *e* rieselt. Auf dieser Sohle *e* kommt die Lauge in syrupartiger Beschaffenheit an. Zur Beförderung derselben von hier in den Kalzinirofen *B* dient eine Schnecke *f*, welche von aussen mit Riemscheibe gedreht wird, und die Lauge nach dem Damm *g* schiebt, in welchem sich eine durch einen Pfropfen nach Erfordern verschliessbare Durchgangsöffnung befindet. Dieser Pfropfen kann von aussen mittels Welle $g^1$ und Kurbel gehandhabt werden.

Der Kalzinirofen *B* ist von Schienen *h* umgeben, mit denen er auf Rollen *i* ruht, und wird mit Zahnkranz und Zahnrad *k* in Umdrehung versetzt. Damit

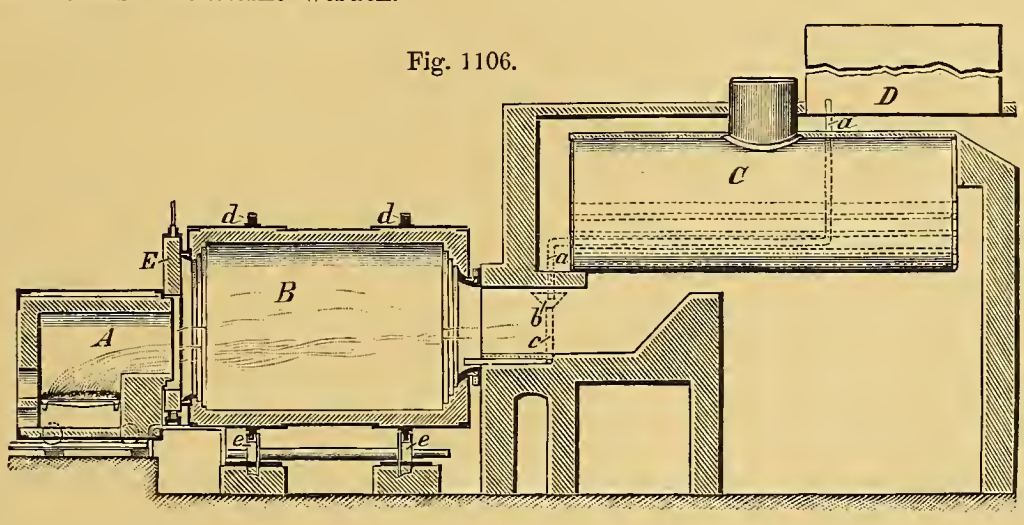
das Natron sich nicht an dem Mauerwerk des Kalzinirofens festsetze, liegt auf dem Boden desselben eine lose Schnecke *l*, welche bei der Umdrehung des Ofens jeweilig ein Stück Wegs mitgenommen wird und dann wieder zurückrutscht, dabei selbst in Drehung geräth, das sich ansetzende Natron abkratzt und nach dem rechten Ende des Ofens befördert, wo es vollständig kalzinirt herausfällt.

Die Feuergase der bei der Kalzinirung des Natrons verbrennenden organischen Beimengungen unterstützen die Feuerung *A* bei der Eindampfung der Lauge im Thurm *C* und dem Vorwärmen im Behälter *D*.

Die Verwendung eines hohlen, von der Lauge durchflossenen Verbindungshalses *E* zwischen der Feuerung *A* und dem Drehofen *B* soll vor den bisherigen massiven Verbindungshälsen den Vorzug erheblich längerer Dauer haben, da die durchfliessende Lauge den Hals beständig kühl genug erhält, um das Verbrennen desselben zu verhindern.

Die Feuerung *A* ruht auf Rollen *m* und kann behufs Freilegung des Kalzinirofens *B* entfernt werden.

Fig. 1106.




Das amerikanische Patent Nr. 480702 vom 16. August 1892 ist an L. D. Armstrong in Lock Haven, Pennsylvania, auf einen Drehofen ertheilt und von diesem an die New York and Pennsylvania Company in Pennsylvania übertragen worden. Bei dieser nach der Patentschrift in Fig. 1106 dargestellten Einrichtung ist hinter dem Drehofen *B* ein Dampfkessel *C* angeordnet, der von den Feuergasen zunächst von aussen umspült und dann der Länge nach durchzogen wird, worauf die Feuergase über den Kessel hinstreichen und dabei gleichzeitig die in dem Behälter *D* enthaltene Lauge vorwärmen. Kessel *C* dient nur zur Erzeugung von Dampf, also nicht zum Eindampfen der Lauge. Aus dem Behälter *D* gelangt die Lauge durch das Rohr *a* bei dem Dampfkessel vorbei in den Trichter *b*, aus diesem durch Rohr *c* in den Drehofen *B*, wo die Kalzinirung beendet wird. Der Drehofen ist von Kesselblech umgeben und mit Ringen *d* versehen, mit denen er auf Rollen *e* ruht. Die Rollen *e* werden auf irgend eine Weise angetrieben und nehmen den Ofen *B* durch Reibung mit, sodass es eines besonderen Antriebs für letzteren nicht bedarf. Um die Ringe *d* möglichst haltbar zu machen, be-

stehen dieselben, wie Fig. 1107 zeigt, aus zwei Theilen, dem eigentlichen Ringkörper *f* aus Gusseisen und einem darüber gelegten dünnern Ring *g* aus Stahl. Letzterer ist mit ersterem durch versenkte Bolzen *c* verbunden, die durch seitlich einzusteckende Splinte *h* gehalten werden. Die Splinte liegen in Längsschlitzen *i* des Ringkörpers *f*, sodass der Ring *g* sich um die Länge dieser Schlitze auf dem Ringkörper *f* verschieben kann. Hierdurch soll beim Indrehungsetzen des Ofens *B* das Abscheeren der Bolzen *c* vermieden werden.

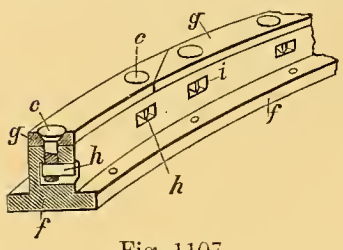


Fig. 1107.

Zwischen der Feuerung *A* und dem Ofen *B* ist ein Schild *E* eingeschaltet, welches den Raum zwischen der Feuerung und dem Ofen abdichtet. Derselbe besteht aus feuerfesten, durch einen eisernen Ring zusammengehaltenen Ziegeln und kann, nachdem die auf Rollen ruhende Feuerung *A* zurückgezogen ist, zur Seite geschoben werden, um das Innere des Kalzinirofens freizulegen.

In den Vereinigten Staaten von Amerika wird die Lauge vielfach in dem auf Seiten 1181 bis 1184 beschriebenen Yaryan'schen mehrfachen Verdampfer eingedickt und in einem Drehofen ausgebrannt, und die Fabrikanten sind mit den durch diese Einrichtungen erzielten Erfolgen sehr zufrieden.

J. W. Wyatt, Croxley Mills, Watford, England, beschrieb 1889 in »*The Papermakers Monthly Journal*« einen Warren'schen Drehofen, den er in Cumberland Mills bei Portland, Amerika, gesehen hatte. Es ist ein etwa 12 Fuss langer eiserner Cylinder von 10 Fuss Durchmesser, den man innen so ausgemauert hat, dass das Mauerwerk beim Einfluss der Lauge 6 Zoll dicker ist als beim Ausfluss-Ende, dass also der Ofen innen 6 Zoll Fall hat. Die eintretende Lauge wird durch die Drehbewegung des Ofens mitgenommen, kommt nach oben, fällt tropfenweise durch die Feuergase und gelangt völlig ausgebrannt am andern Ende auf ein endloses Fortbewegungs-Band, von dem die Soda-Asche selbstthätig in die Lösungs-Bottiche befördert wird. Am Ausgangs-Ende steht auch der fahrbare Feuerherd, dessen Gase der Lauge entgegen durch den Drehofen ziehen, dann in einem Röhrenkessel Dampf erzeugen und schliesslich die schwachen Laugen erhitzen. Durch das Drehen des Ofens wird das Umrühren der Lauge und Asche, sowie die verlustbringende Bildung einer Haut auf der Flüssigkeit vermieden. Ein solcher Drehofen hatte bei S. D. Warren & Co. vom 30. Oktober bis 1. November 1888 täglich 19 506, 21 984 und 23 976 engl. Pfund Soda-Asche geliefert.

Durch Zufügung des Yaryan'schen Abdampfers zu dem Drehofen sollen die schon geringen Kosten der Wiedergewinnung auf die Hälfte und weniger vermindert und von der angewendeten Soda 83—90 pCt. wiedergewonnen worden sein.

**445. Wahl der Auslauge-, Verdampfungs- und Ofen-Anlagen.** Die Natron- und Sulfat-Zellstoff-Fabrikation kann sich gegenüber der Sulfitstoff-Erzeugung nur dadurch lebensfähig erhalten, dass sie den Aufwand für Soda und Brennstoff auf das geringste Maass vermindert. Dies gelingt durch Anwendung von Sulfat, zweckmässige Auslaugung, Eindampfung usw., wie in den vorhergehenden Abschnitten gezeigt wurde, in hohem Maasse.

Während man früher die beim Abdampfen der Lauge entwickelten Dämpfe fortziehen liess, entzieht man denselben jetzt ihre Wärme in einem Verdampfer,

wo sie wieder Wasser in Dampf verwandeln, usw., sodass man ohne erheblichen Aufwand an Brennstoff eindicken kann. Früher liess man die wiedergewonnene Soda oder schwarze Asche ausserhalb des Ofens ausbrennen und die Luft verpesten, während man jetzt die aus den brennbaren Stoffen der Lauge entwickelte Wärme zum Abdampfen und Kalziniren verwerthet.

Bei allen diesen Verbesserungen ist die Ersparniss an Brennstoff um so grösser, je weniger Wasser die Ablauge enthält, je dichter sie in die Verdampfer und Oefen gelangt. Eine Reihe von in letzter Zeit (1893) angestellten Versuchen zeigte, dass man ebensoviel Wärme oder Brennstoff aufzuwenden hat, um eine Lauge von 3° Bé. auf 7,6° Bé. zu bringen, wie zum völligen Eindicken der 7,6° Bé. auf 40° nöthig ist. Während es also sehr leicht und lohnend ist, aus starken Laugen das Natron wiederzugewinnen, erfordern schwache Laugen grossen Aufwand an Brennstoff.

Wenn man daher nicht, wie De Naeyer & Cie. (Seiten 1194 und 1195), mit den Waschwässern die Dampfkessel speist und sie beinahe ohne Kosten eindickt, wird man vor allem dafür sorgen müssen, dass möglichst gründliches Ausnützen des Wassers beim Waschen des Stoffes erzielt wird und dann bestimmen, welche Ablaugen, d. h. von welcher Dichte an, zur Wiedergewinnung dienen sollen. In mancher Gegend und Anlage wird es vortheilhaft sein, auch die dünnen Waschwasser zu verarbeiten, während man sie in anderen besser wegfliessen lässt und sich auf Eindampfen der stärkeren Laugen beschränkt. Die Wahl der Einrichtungen wird in erster Linie von dieser Entschliessung abhängen und in zweiter von den behördlichen Vorschriften über Verunreinigung der Wasserläufe. Bestimmte Anweisungen dazu lassen sich um so weniger geben, als fortwährend neue Einrichtungen auftauchen, die besser sein sollen als alle ihre Vorgänger.

Alle diese Wiedergewinnungs-Anlagen sind sehr kostspielig und erfordern so viele Ausbesserungen und Erneuerungen, dass tüchtige englische Papiermacher die Ansicht äussern, es sei besser, die gebrauchte Lauge wegfliessen zu lassen, wenn es zulässig wäre. In den höher entwickelten Staaten ist es aber nicht mehr erlaubt, die Wasserläufe mit solchen Laugen zu verunreinigen, und alle anderen Staaten werden mit der Zeit ähnliche Bestimmungen treffen. Der Fabrikant hat daher keine Wahl, sondern muss dafür sorgen, dass seine Abwässer möglichst rein werden. Um dies mit Vortheil auszuführen, muss er die Wiedergewinnungs-Einrichtungen gründlich prüfen, da der Erfolg seiner Fabrikation davon abhängen kann.

**446. Wiedergewonnenes Natron und dessen Verwendung.** Die völlig eingedampfte Natron-Lauge sollte nur soweit gebrannt werden, dass sie ein möglichst lockeres, pulverartiges Salz liefert, und je weisser dieses ausfällt, desto reiner und besser wird es sein. Keinesfalls darf man das Brennen so weit treiben, dass die Soda schmilzt, da sie sich hierbei wieder verändert, nur mit grosser Mühe, häufig nur durch Heraushauen, aus dem Ofen entfernen und schwer auflösen lässt.

In England und Schottland, wie auch in manchen deutschen Fabriken, wird das wiedergewonnene Sodasalz in Vorrath aufgespeichert und gelangt erst nach geraumer Lagerzeit zur Verarbeitung. Dies hat den Vortheil, dass man die Lauge stets gleichmässig zusammensetzen kann, während bei sofortiger Aufarbeitung der wiedergewonnenen Soda die Lauge von deren Ausfall abhängt. Beim Lagern nimmt die wiedergewonnene Soda Wasser aus der Luft auf, wird dadurch löslicher, und

ihre Lösung klärt sich leichter beim Kaustiziren, das heisst das Absetzen erfolgt leichter.

Wo mit Sulfat gearbeitet wird, darf man dagegen das wiedergewonnene Salz nicht lagern lassen, weil das Schwefelnatrium der geschmolzenen Sulfatsoda sehr hygroskopisch ist und bis zu 30 pCt. Wasser aus der Luft aufnehmen kann, besonders aber, weil sich das werthvolle Schwefelnatrium an der Luft sehr rasch wieder in schwefligsaures und schwefelsaures Natron umwandelt. Wie sehr sich das Salz verändert, zeigen nachstehende von W. Schacht 1889 in Wertheim bei Hameln ausgeführte Analysen zweier Schmelzen in frischem Zustand und nach achttägigem Lagern.

| 1) Schwefelnatrium-arme Schmelze | | | | | 2) Schwefelnatrium-reiche Schmelze | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *frisch* | | *gelagert* | | | *frisch* | | *gelagert* | |
| 68,62 | Prozent | 51,78 | Prozent | Kohlensaures Natron | 59,70 | Prozent | 48,86 | Prozent |
| 17,87 | „ | 11,12 | „ | Schwefelsaures Natron | 15,78 | „ | 10,97 | „ |
| 0,53 | „ | 4,00 | „ | Schwefligsaures Natron | 0,41 | „ | 4,63 | „ |
| 3,18 | „ | 0,64 | „ | Schwefelnatrium | 15,09 | „ | 0,24 | „ |
| 4,15 | „ | 1,86 | „ | Unlöslicher Rückstand | 3,43 | „ | 1,66 | „ |
| 0,00 | „ | 23,72 | „ | Wasser | 0,00 | „ | 30,11 | „ |

Von dem werthvollen Schwefelnatrium rührt auch die rothe Färbung der Schmelze her, und je mehr diese vorherrscht — desto besser. Sieht das wiedergewonnene Salz gelb aus, so ist es arm an Schwefelnatrium. W. Schacht untersuchte auch zwei Proben verschieden gefärbter Schmelz-Soda, welche ein Dahl'scher Ofen innerhalb einer halben Stunde lieferte, und fand folgende Zusammensetzung:

| 1) Rothe Schmelze. | | | 2) Gelbe Schmelze. | |
|---|---|---|---|---|
| 59,70 | Prozent | Kohlensaures Natron | 68,62 | Prozent |
| 15,78 | „ | Schwefelsaures Natron | 17,87 | „ |
| 0,41 | „ | Schwefligsaures Natron | 0,53 | „ |
| 15,09 | „ | Schwefelnatrium | 3,18 | „ |
| 3,43 | „ | Unlöslicher Rückstand | 4,15 | „ |
| 0,00 | „ | Wassergehalt | 0,00 | „ |

Was an 100 Prozent fehlt, ist bei beiden Proben Kalk, Chlornatrium, Eisenoxyd und Thonerde.

Die Schmelzsoda wird besonders leicht gelb, wenn der Schmelzofen leer wird, d. h. wenn sich nur noch wenig Ofengut darin befindet. Da letzteres dann im Schmelzofen recht tief liegt, so erfordert es grosse Hitze zum Schmelzen, und bei solcher verflüchtigt sich viel Schwefelnatrium und entweicht mit den Feuergasen. Dieselbe Verflüchtigung tritt ein, wenn eine Verstopfung der Ausflussöffnung das flüssige Gut zu längerem Verweilen im Schmelzofen zwingt. Man sorge deshalb für regelmässigen Betrieb des Schmelzofens mit steter Füllung und gleichmässigem Abfluss. Das verflüchtigte Schwefelnatrium oxydirt sich zu schweflig- und schwefelsaurem Natron, welches sich im Trockenofen, den Verdampfpfannen, Feuerzügen usw. ablagert und theilweise durch den Schornstein entweicht.

Das aus Sodalauge wiedergewonnene Salz wird, wie frische Soda, mit Kalk im Kaustizirbottich unter Umrühren gekocht und setzt dabei seine unlöslichen Bestandtheile ab, die im Kalkschlamm bleiben.

Die aus Sulfatlauge wiedergewonnene Schmelzsoda ist oft schwer löslich und wird deshalb zweckmässig vor dem Kaustiziren in einem eisernen Bottich mit doppeltem Boden aufgelöst, der in einer grossen Zellstoff-Fabrik 2,5 m Durchmesser und 1,75 m Höhe hat. Die unlöslichen schlammigen Theile der Schmelzsoda fallen durch die Löcher des falschen Bodens in den untern Raum, aus dem sie von Zeit

zu Zeit mittels Hahnes abgelassen werden. Durch diese Abscheidung der unlöslichen Theile wird die Lösung der Schmelzsoda erheblich gefördert. In dem Theil unter dem falschen Boden dreht sich auch ein Rührer, welcher die Flüssigkeit in steter Bewegung erhält, die durch eintretenden Abdampf noch verstärkt wird. Die auf solche Weise erhaltene Lösung wird in die Kaustizirgefässe gepumpt, dort vielfach mit frischem Sulfat ergänzt, mit Kalk gekocht und von neuem zum Kochen benützt.

Durch den grossen Gehalt an Kieselsäure in Form löslicher, aus Stroh stammender Silikate werden die aus wiedergewonnener Soda bereiteten Laugen häufig spezifisch schwerer als andere von gleichem Natrongehalt und ergeben zu hohe Zahlen auf dem Aërometer. Man darf sich desshalb mit dieser Wägung nicht begnügen, sondern muss von Zeit zu Zeit den Natrongehalt durch Titriren feststellen. J. W. Kynaston veröffentlichte in England am 12. März 1890 folgende Analyse eines wahrscheinlich aus Stroh-Lauge gewonnenen Salzes:

| | |
|---|---|
| Natriumkarbonat | 49,92 |
| Natron . . . . . | 4,84 |
| Natriumsilikat . . | 13,88 |
| Natriumaluminat | 4,10 |

Die Lösung dieses Salzes wurde durch Absetzen geklärt und nach Kynaston und Sutherlands patentirtem Verfahren mit einer Menge Bikarbonat (doppeltkohlensaurem Natron), deren Gehalt an Natron einem Sechstel des in der Lösung enthaltenen Natrons entsprach, $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde gekocht. Die gekochte Lösung wurde in üblicher Weise mit Kalk kaustizirt. In der klaren Lösung, welche vor dem Kochen mit Bikarbonat auf 100 Theile wirklichen Natrons ($Na^2O$) 14,53 Theile Kieselsäure enthalten hatte, fanden sich jetzt nur noch 1,602 Theile Kieselsäure und keine Thonerde mehr. Dagegen enthielt der beim Kochen gewonnene, aber vor dem Kaustiziren entfernte Kieselsäure-Thonerde-Niederschlag auf 100 Theile Kieselsäure nur 1,90 Theile Natron.

Wenn diese Angaben richtig sind, kann man durch Kochen von Strohlaugen mit Bikarbonat den grössten Theil des von Kieselsäure unlöslich gebundenen Natrons frei und nutzbar machen. Das Natron des Bikarbonats geht nicht verloren, sondern bleibt in der Lauge. Es wird also vom Preis des Bikarbonats abhängen, ob es vortheilhaft ist, das an Kieselsäure gebundene Natron damit frei zu machen.

Es erscheint einfacher, dass man die Kieselsäure durch Einleiten von Kohlensäure, z. B. der Verbrennungsgase, in eine aus dem wiedergewonnenen, geschmolzenen Salz erhaltene Lösung abscheidet. Dabei verbindet sich die Kohlensäure mit dem Natron und setzt die Kieselsäure frei, die sich aber in gallertartiger Form abscheidet und Filtration des Gemisches erschwert. Wäre solche Filtration leicht ausführbar, so könnte man durch Erhitzen der Lösung das entstandene doppeltkohlensaure Natron in einfach kohlensaures verwandeln und wie gewöhnlich mit Kalk kaustiziren. So lange jedoch die Abscheidung der ausgefällten gallertartigen Kieselsäure nicht leicht ausführbar ist, hat auch das Verfahren keinen praktischen Werth.

Man kann nach Schacht die Kieselsäure der Rohlauge auch durch Kochen mit Kalkhydrat beseitigen, welches durch Eintauchen von Aetzkalk in Wasser hergestellt, also noch pulverig und trocken ist. Das Kalkhydrat ändert seinen Umfang (Volumen) durch Aufnahme der Kieselsäure nur wenig, giebt also zu keiner Schlammbildung Anlass. Im Kleinen angestellte Versuche ergaben, dass man durch reichlichen Zusatz

von Kalkhydrat und 20 Minuten langes Kochen 89 Prozent der gelösten Kieselsäure aus der Lauge abscheiden kann. Die Menge der Abscheidung hängt jedenfalls von der Grösse des Kalkzusatzes und der Dauer des Kochens ab. Bei dem Kochen mit pulverförmigem Kalkhydrat wird das kohlensaure Natron zum grössten Theil kaustizirt, doch muss man zur Vervollständigung der Kaustizirung noch mit Kalkmilch kochen. Man wird bei dieser doppelten Kochung mehr Kalk brauchen, aber auch glatter arbeiten. Man kann auch Kalkmilch anwenden, nimmt aber besser trockenes Kalkhydrat, weil es sich durch Sieben leicht von Steinen und ungenügend gebranntem Kalk befreien lässt und die Herstellung von Kalkmilch erspart bleibt.

Man kann die Kieselsäure auch dadurch unlöslich machen, dass man dem wiedergewonnenen trockenen Ofengut beim Schmelzen kohlensauren Kalk zusetzt. Löst man dann das geschmolzene Salz, die Schmelzsoda, so bleibt der grösste Theil der Kieselsäure in Verbindung mit Kalk zurück. Wie viel Kalk man hierzu braucht, hängt vom Gehalt des wiedergewonnenen Salzes an Kieselsäure ab und muss durch Versuche ermittelt werden. Ueberhaupt sollten hier nur die Wege zur Beseitigung der Kieselsäure angedeutet werden. Bestimmte Erfahrungen und Vorschriften zur Ausführung der erwähnten Verfahren sind nicht bekannt geworden.

**447. Verlust an Schmelzsoda durch Verflüchtigung.** Das Schmelzen ist stets mit Sodaverlust verknüpft, da bei der hohen, zum Schmelzen erforderlichen Temperatur ein Theil der Salze verflüchtigt wird. Ist der Ofen nicht richtig gebaut oder nicht geräumig genug, so muss der Feuerherd sehr stark beschickt werden, und die Verluste werden beträchtlich.

Bei einer Anlage, in welcher die Feuerabgase des Schmelzofens zwei Eindampfbecken des Abdampfofens überstrichen und dann noch einen Dampfkessel heizten, fand Schacht in den Flammröhren und Feuerzügen des Kessels stets erhebliche Ablagerungen der Verflüchtigungen. Vorn in den Flammröhren lag stets eine weisse bis hellgraue, gefärbte, krystallinische Masse, welche 11,25 Prozent in Wasser unlösliche, 88,75 Prozent in Wasser lösliche Stoffe enthielt und zwar in letzteren 38,91 Prozent Natron, bestehend aus 83,59 Prozent schwefelsaurem, 1,23 Prozent kohlensaurem Natron, geringen Mengen phosphorsaurem Natron und Chlornatrium. In den hinteren Theilen der Flammröhren lagerten sich graue, zusammenhängende Stücke ab, welche 40,68 Prozent in Wasser unlösliche und 59,32 Prozent in Wasser lösliche Stoffe enthielten. In den letzteren waren 24,66 Prozent Natron und zwar 0,29 Prozent als kohlensaures, 56,09 Prozent als schwefelsaures Natron.

Die Ablagerungen in den Zügen waren grau, porös, zum Theil pulverig und enthielten 30,04 Prozent in Wasser unlösliche, 69,96 Prozent in Wasser lösliche Stoffe, darin 27,88 Prozent Natron, in welchen 63,85 Prozent schwefelsaures Natron enthalten waren, während kohlensaures Natron fehlte.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass viel werthvolles Natron verflüchtigt wird, und dass man diesen Verlust möglichst verhindern sollte.

**448. Gerüche der Sulfatzellstoff-Fabriken.** Mit Einführung des Sulfatverfahrens begannen die Zellstoff-Fabriken so unangenehme Gase zu entwickeln, dass die Umgebung in hohem Grade davon belästigt wurde. Eine Quelle dieser Gerüche bilden die von den Kochern abgeblasenen Dämpfe, welche bei Anwendung zu grosser Mengen von Sulfat, wie Seite 1172 erwähnt, leicht Schwefelwasserstoff

enthalten. Um diese Gerüche zu vermeiden, muss man zunächst durch Anwendung mässiger Mengen von Sulfat dafür sorgen, dass keine oder wenig übelriechende Gase entstehen und den diese Gase enthaltenen Abdampf in geschlossene Behälter blasen, wo er sich abkühlt und verdichtet. Besser noch ist es, wenn man die Abdämpfe durch Wasser-Rieselung verdichtet und die entstehende heisse Flüssigkeit zum Ansetzen frischer Lauge verwendet.

Die andere und hauptsächliche Quelle der Gerüche befindet sich in den Wiedergewinnungs-, Kalzinir- und Schmelzöfen, in denen das Sulfat grossentheils in Schwefelnatrium und durch Einwirkung der Kohlensäure der Feuergase in Soda umgewandelt wird. Das Schwefelnatrium verflüchtigt sich bei hoher Temperatur in grossen Mengen, und die fortgerissenen Stoffe lassen sich durch Feuer, d. h. durch die von Dahl zu diesem Zweck angewandte Zwischenfeuerung (s. Seite 1179), nur soweit zerstören, als sie nicht aus Schwefelnatrium bestehen. Diese Feuer verschlimmern sogar das Uebel insofern, als sie die Temperatur der Ofengase erhöhen und das so erhitzte Schwefelnatrium durch den Schornstein abziehen lassen. Bei trockener warmer Witterung entweichen dann die Gase allerdings mit nur schwachem brenzlichem Geruch, bei feuchtem, stürmischem und Regenwetter entwickeln sich aber unerträgliche, meilenweit bemerkbare Gerüche. Sobald nämlich die Schwefelnatrium-Dämpfe feuchter Luft ausgesetzt werden, setzen sie sich mit der Kohlensäure der Luft in kohlensaures Natron und Schwefelwasserstoffgas um, welches den bekannten Geruch fauler Eier hat.

$$\underset{\text{Schwefelnatrium}}{Na_2\ S} + \underset{\text{Wasser}}{H_2\ O} + \underset{\text{Kohlensäure}}{CO_2} = \underset{\text{Schwefelwasserstoff}}{H_2\ S} + \underset{\text{Kohlensaures Natron}}{Na_2\ CO_3}$$

Schwefelwasserstoff riecht auf weite Entfernung, wo es mit viel Luft verdünnt ist, am schlimmsten; in verdichtetem Zustand ist es sehr giftig, riecht aber weniger.

Um diese Gerüche möglichst zu vermeiden, muss man, wie schon erwähnt, die Menge des angewandten Sulfats beschränken und dasselbe meist beim Kaustiziren und nur wenig durch Mischen mit der schwarzen Asche im Ofen zusetzen. Wenn es sich vermeiden lässt, ist es auch rathsam, die Mischung von Sulfat und schwarzer Asche nur bis zu beginnendem Schmelzen zu kalziniren, sodass die Umsetzung des schwefelsauren Natrons in Schwefelnatrium ohne Verflüchtigung eines erheblichen Theils des letzteren vor sich geht. Jedenfalls ist aber durch zweckmässige Anlage der Feuerzüge für Abkühlung der Ofengase bis zur untersten zulässigen Grenze zu sorgen. Durch solche Abkühlung kann das mitgerissene Schwefelnatrium zurückgewonnen werden. Nöthigenfalls muss bei grosser Abkühlung der zur Abführung der Ofengase nöthige Zug durch Ventilatoren hergestellt werden.

Um alle Gerüche möglichst zu verhindern, darf man daher keinerlei Kocher- und Laugendämpfe ins Freie entweichen lassen, sondern muss dieselben in geschlossene Behälter leiten, wo sie sich etwa in der Weise wie in *V* und *O* von Fig. 1098 verdichten.

Ferner ist dafür zu sorgen, dass möglichst wenig Laugentheilchen durch den Zug der Feuergase mit fortgerissen werden, dass also die Lauge nicht zersprüht wird. Was sich von brennbaren Gasen noch in den aus dem Wiedergewinnungsofen abziehenden Feuergasen befindet, sollte etwa in der von Dahl angegebenen Weise verbrannt werden. Dann aber müssen die Gase Zeit und Gelegenheit finden, alle mitgerissenen Theilchen abzulagern und sich, womöglich durch Abgabe

der Wärme zu nützlichen Zwecken, abzukühlen. Auf keinen Fall dürfen die wiedergewonnenen Salze ins Freie kommen, ehe sie völlig ausgebrannt sind, d. h. alle brennbaren Theile an die Ofengase abgegeben haben.

Die Verflüchtigung von Schwefelnatrium im Ofen kann durch Einstreuen von Kalkschlamm aus den Kaustizirgefässen vermindert werden, den man zuvor an der Luft getrocknet hat. Es bildet sich dann allerdings wie bei der Fabrikation von Leblanc-Soda mehr kohlensaures Natron als Schwefelnatrium, und der Kalk bleibt meist als Schwefelcalcium beim Auflösen zurück.

Man kann auch die Entstehung der Gerüche einigermaassen dadurch herabmindern, dass man in die Feuerung, welche sich vor dem Schmelzofen befindet, (vergl. Tafel X) Sägespäne streut. Aus diesen entsteht zum Theil Holzkohle, welche die sich entwickelnden Gerüche aufsaugt.

**449. Verwendung der Knoten.** Die besondere Verarbeitung der Stroh-Knoten bietet durch deren grossen Kieselsäure-Gehalt viel Schwierigkeiten. Die eingedampfte Ablauge vom Kochen aussortirter und für sich behandelter Knoten lässt sich wegen ihres Kieselsäure-Gehalts auch mit grösster Hitze nicht zu Asche verbrennen, bleibt teigig und musste in einigen Fällen mühsam aus dem Ofen geholt und dann weggeworfen werden. Ausserdem erhält man aus den Knoten nur untergeordneten Stoff. In manchen Fabriken, wo die Knoten durch Windfegen ausgeschieden wurden, hat man dieselben, um diesen Schwierigkeiten zu entgehen, in kleinen Mengen wieder dem Häcksel zugetheilt und mit diesem verkocht. Hierbei verlieren sie sich in der grösseren Strohmenge und machen sich, wenn gut gekocht und gebleicht wird, nicht sehr bemerklich. Will man sie aber in dieser Weise verarbeiten, so unterlässt man besser die Abscheidung und lässt sie bei dem gehäckselten Stroh.

Es erscheint gewiss, dass viele helle Pünktchen, welche das aus Strohstoff angefertigte Papier aufweist, aus Stoffen stammen, die sich in den Strohknoten befinden. Da diese Knoten ausserdem geringen Stoff liefern, so empfiehlt es sich, dieselben stets auszusondern, wenn man besten Stoff herstellen will. Deren besondere Verarbeitung ist nach der oben erwähnten Erfahrung nicht rathsam, und man weiss daher in den meisten Fällen nichts Besseres damit zu machen, als sie an Landwirthe zu verkaufen oder, wenn dies nicht geht, im Wiedergewinnungsofen zu verbrennen. Jedenfalls ist dies vortheilhafter, als den Stoff damit zu verunreinigen.

**450. Strohstoff-Sortirer.** In Abschnitt 424 sind die Verfahren beschrieben, welche früher zum Reinigen von Strohhalbzeug dienten und noch angewendet werden. Neuerdings (1893) kommen zu diesem Zweck auch Schüttelsiebe in Anwendung und werden sehr gelobt. Eine Einrichtung dieser Art von H. Fliegel, Maschinenfabrikant in Berthelsdorf bei Reibnitz in Schlesien, ist in Fig. 1108—1110 in Grund- und Aufrissen in 1 : 20 der wahren Grösse dargestellt.

Der mit viel Wasser verdünnte Stoff wird an dem hochliegenden Ende $k^1$ auf das Sieb $k$ geleitet, welches aus etwa 3 mm starkem Zink- oder Kupferblech besteht und mit Löchern von 6 mm Durchmesser dicht besäet ist. Dasselbe ruht auf dem Rahmen $i$, der nur am tiefsten Ende offen ist, und wird von der Welle $d$ mit angeschweisster Kurbel von 40 mm Hub 450 bis 500 mal in der Minute vor- und zurückbewegt, d. h. geschüttelt. Die Welle $d$ ruht in Gussbuchsen mit Metallhülsen $u$ auf einem hohl gegossenen Lagerbock $a$ und trägt eine Losscheibe $c$, sowie eine Antriebs-Festscheibe $b$ mit angegossenem Schwungrad. Die Kurbel $e$

greift in eine mit verstellbaren Lagern versehene Lenkerkappe, welche durch die eschene Feder *f* mit dem eisernen an den Siebrahmen *i* genieteten Winkelstück *g* verbunden ist. Der Siebrahmen *i* ruht mit angenieteten gedrehten Bolzen in den Augenlagern von 4 Eschenholz-Federn *l*, deren untere in Schraubenbolzen auslaufende Enden *o* in Löchern der beiden viereckigen Wellen *n* ruhen, die selbst in ausgebohrten Naben von 4 Froschlagern *t* gelagert sind. Die Lager *t* ruhen auf zwei Hohlständern *h*, die durch Bolzen *p* miteinander und mit dem Bock *a*

Fig. 1108.

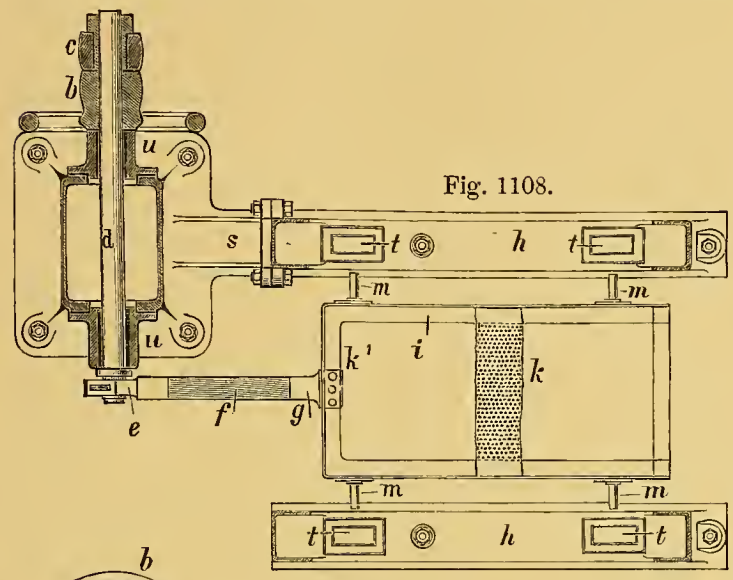



Fig. 1109.

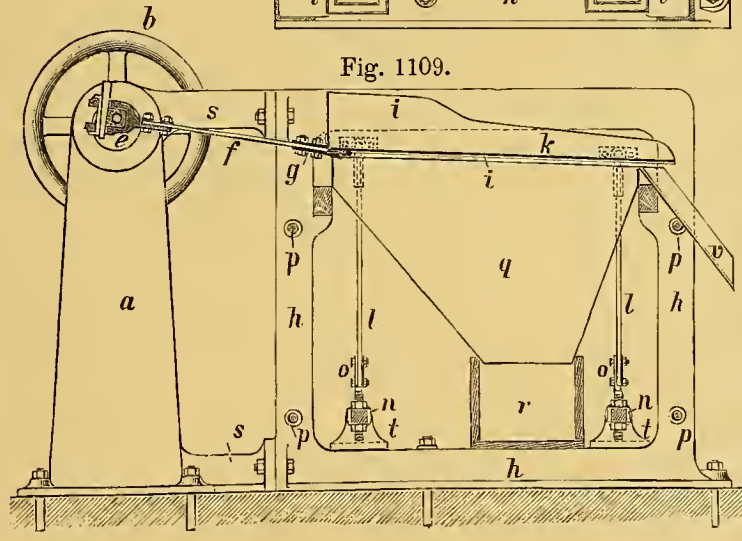
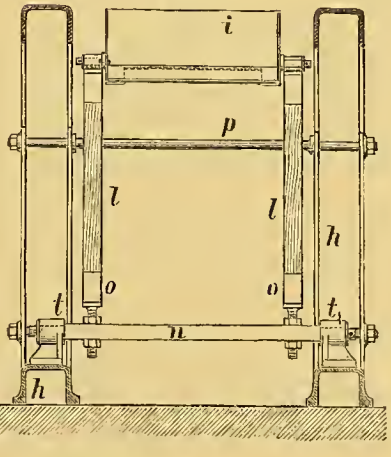



Fig. 1110.




durch dessen angegossene Arme *s* verbunden sind. Die feinen Theile des Stoffes gehen durch die Löcher des Siebes *k*, fallen durch den Trichter *q* in den Kanal *r*, in welchem sie weitergeleitet werden. Die dicken Theile, welche auf dem Sieb verbleiben, rücken allmälig bis ans Ende vor und fallen hier durch Rinne *v* heraus. Diese dicken oder harten Theile bestehen aus unvollkommen aufgeschlossenem Stroh oder aus Verunreinigungen, jedenfalls aus Stoffen, die sich noch nicht zum Bleichen

und Verarbeiten eignen. Zum Antrieb des Sortirers soll nur sehr geringe Kraft nöthig sein, in 24 Stunden soll er 5000 kg Stoff durchlassen.

Die Reinigung oder Sortirung mit solchen Schüttelsieben wird vielfach der durch Knotenfänge vorgezogen. Sie muss erfolgen, ehe der Stoff durch den auf Seiten 1165—1167 beschriebenen oder anderen Mahlgang geht, weil er in diesem so sehr zerkleinert wird, dass alle Theile, gute und schlechte, durch die Sieblöcher fallen und sich nachher nicht mehr trennen lassen.

**451. Verarbeitung des Strohstoffs auf der Papiermaschine.** Strohganzzeug ist, wie die einzelne Strohfaser, kurz und lässt sich ohne Schwierigkeit entwässern. Bei seinem Fortgang über die Papiermaschine verhält es sich wie andere, nicht sehr feste Stoffe und verursacht nur dadurch besondere Schwierigkeiten, dass das Papier mit Zähigkeit der oberen Walze der ersten Presse anhängt. Aus dem Umstande, dass das Papier diese Eigenschaft in um so höherem Grade zeigt, je schlechter der Strohstoff gekocht und gewaschen ist, könnte man schliessen, dass sie nur von der Gegenwart ungelöster harziger Bestandtheile herrührt, wenn sie nicht, vermindert, auch bei gut gekochtem Strohstoff zum Vorschein käme. Da wir es überdies mit der Fabrikation von Strohstoff so wenig wie mit anderen menschlichen Einrichtungen zur Vollkommenheit gebracht haben, so muss man darauf rechnen, manchmal Strohstoff zu verarbeiten, welcher der besagten Walze mit grösserer Zähigkeit als gewöhnlich anklebt und entsprechende Vorkehrungsmaassregeln treffen. Das Kleben des Papiers an der obern Presswalze ist auf Seiten 696 bis 699 ausführlich behandelt, und dort sind auch Mittel zur Minderung dieses Uebelstandes angegeben.

Obwohl trockenes Strohpapier häufig sehr hart und steif erscheint, ist es in nassem Zustand, auf der Maschine, weich und schwach, bricht häufig und erfordert um so mehr Aufmerksamkeit, je weniger es mit stärkeren Faserstoffen versetzt ist. Es wirkt auch, wie alle Faserstoffe, welche durch Behandlung roher Pflanzen mit grossen Mengen von Chemikalien erhalten werden, zerstörender als Hadernpapier auf Sieb und Filze — wahrscheinlich weil die Säuren nicht immer gründlich ausgewaschen sind und es auch, bei ihren grossen Mengen, kaum sein können. Der hieraus erwachsende Verlust wird jedoch dadurch aufgewogen, dass die Umwandlung von Stroh in Papier sehr wenig Triebkraft in Anspruch nimmt.

In den 70er Jahren, als Verf. vorstehende Sätze schrieb, wurde noch viel Papier erzeugt, welches zum weitaus grössten Theil aus Strohstoff bestand. Seitdem hat man Vorzüge und Mängel des Strohstoffes besser kennen gelernt und benützt ihn jetzt (1893) mehr als Beimischung, aus den am Schluss des folgenden Abschnitts angeführten Gründen.

**452. Stoffergebnisse und Schlüsse.** Der Zellstoffgehalt des Strohs hängt, wie seine ganze Zusammensetzung, von seiner Gattung, von Klima, Boden, Alter und Anbau ab, und ist daher, wie in Abschn. 405 nachgewiesen, sehr veränderlich. Wenn sich schon desshalb eine allgemein giltige Zahl für das Erträgniss nicht feststellen lässt, so ist die Schwierigkeit noch dadurch erhöht, dass Strohstoff nur selten für sich verarbeitet wird, dass also die meisten Fabriken gar keine Gelegenheit haben, das Erträgniss direkt zu ermitteln.

In der ersten amerikanischen Ausgabe dieses Werkes *A Practical treatise on the Manufacture of paper, Philadelphia 1873* ist die Erfahrung des Verf.'s, sowie vieler amerikanischer Fabrikanten dahin zusammengefasst, dass man in der Regel

aus rohem Stroh, wie es vom Felde kommt, nicht mehr als $33^1/_3$ Prozent seines Gewichts weisses Papier erhält, dass der Ertrag aber etwas besser ausfallen mag, wenn das Stroh besonders gut und rein ist. Wenn es schlecht gekocht ist, wird der Ertrag sich erhöhen, das Papier besteht aber dann, obwohl es durch starkes Bleichen weiss geworden sein mag, nicht aus reinem Zellstoff, sondern enthält kieselsaure und andere inkrustirende Bestandtheile, die ihm die bekannte strohartige Sprödigkeit verleihen. Der Verf. hat seitdem die Ueberzeugung gewonnen, dass die Strohstoff-Fabrikation in Europa, zum Theil infolge besserer Wasch-Einrichtungen, ein grösseres Stofferträgniss giebt. Ein wesentlicher Unterschied besteht übrigens darin, dass in Amerika das rohe ungeschnittene Landeserzeugniss, in Europa aber gereinigtes gehäckseltes Stroh die Grundlage der Berechnung bildet.

Die Seite 1194 erwähnte Zellstoff-Fabrik von de Naeyer in Willebroek, Belgien, berechnet den durchschnittlichen Ertrag an trockenem Stoff aus Stroh auf 40 Prozent. Ein gleiches Ergebniss hatte man 1873 in der englischen Strohstoff-Fabrik von Townsend Hook & Cie. in Snodland. Mehrere grosse Fabriken, welche nach Thiry'schem Verfahren arbeiten, erhalten 40 bis 43 Procent Papier aus Stroh. Einige deutsche Fabrikanten, welche das Thode'sche Verfahren benützen, geben übereinstimmend das Stoffergebniss des reinen knotenfreien Strohes zu 46 bis 47 Procent und das der Knoten zu 38 Procent an. Papierfabriken, die selbsterzeugten Stoff verarbeiten, wie die letztgenannten, haben, da sie den Strohstoff nur mit andern Stoffen zusammen verwenden, meist keine Gelegenheit und keine Veranlassung, das Stoffergebniss dauernd festzustellen. Eine grosse deutsche Strohstoff-Fabrik, die mit mehreren Anlagen fabrizirt und ihr Erzeugniss verkauft, also nothwendig fortwährend das Ergebniss ermittelt, erhält aus 100 kg des Kaufgewichts rohen Roggenstrohs 42 bis 44 kg lufttrocknen Stoff in Papierform, und aus Weizenstroh 40 bis 42 kg.

Jede Pflanzenart ergiebt Fasern, deren Eigenschaften von denen anderer Pflanzen verschieden sind. So ist die Strohfaser kurz und fein, aber steif und glatt, daher wohl geeignet, dem Papiere die der Baumwolle fehlende Steifheit zu ertheilen, es knittrig zu machen, aber weniger geeignet für Fabrikate, welche grosse Festigkeit haben sollen. Hiermit soll jedoch nicht gesagt sein, dass Strohstoff zu festen Papieren nicht verwendet werden dürfe, da solche mit 50 und mehr Procent besten Strohstoffs bis zu 5000 m Reisslänge, also grosse Festigkeit zeigen.

In dem Wettbewerb mit den aus Holz dargestellten Zellstoffen kann sich Strohstoff nur behaupten, wo bei seiner Herstellung alle Verbesserungen eingeführt und dadurch die Kosten vermindert werden. Demselben kommt jedoch zu statten, dass er Eigenschaften besitzt, die den andern Zellstoffen abgehen, dass er vermöge seiner feinen Fasern die Poren oder Zwischenräume des Papiers füllt, dasselbe geschlossener, dichter und feiner macht und ihm einen rattelnden Klang und harten Griff giebt. Da er ausserdem zu hoher Weisse gebracht werden kann, so findet er seine Hauptverwendung als Zusatz für feine und feinste Papiere.

Stroh ist ohne Zweifel einer der wichtigsten Ersatzstoffe, da es vielen anderen gegenüber den Vortheil hat, dass es jedes Jahr neu vom Boden geliefert wird, und dass seine Erzeugung mit der Kultur und der Bevölkerung wachsen muss. Man kann daher annehmen, dass Stroh seinen Platz dauernd behaupten wird, während andere Ersatzstoffe wahrscheinlich mit der Erschöpfung des seit Jahrhunderten aufgespeicherten Vorraths verschwinden werden.

# THEIL V.

## ESPARTO-GRAS.

**453. Wachsthum und Vorkommen.** Esparto oder spanisches Gras *(Stipa oder Macrochloa tenacissima)* wächst wild auf dem sandigen Boden von Ost-Spanien und Nord-Afrika, wo es schon seit Jahrhunderten, wie unsere Weiden, zur Anfertigung von Körben, Matten und anderen derartigen Waaren dient. Die Lage, welche seinem Fortkommen am günstigsten ist, findet man in der Nähe der Seeküste, in mässiger Höhe, der Sonne ausgesetzt und trocken. In Afrika heisst das Gras Halfa oder Alfa und kommt unter letzterem Namen in den Handel.

Es wird nicht, wie der Name spanisches Gras anzudeuten scheint, gemäht, sondern von den *Atocha* genannten Stämmen, deren Blätter es bildet, gerissen. Diese Stämme sind cylindrisch, frei von Knoten, aber mit kurzem aufrecht stehendem Haar bedeckt, wodurch sie sich nach abwärts rauh anfühlen; sie wachsen in Büschen an gemeinsamen Wurzeln von $^1/_2$ bis 3 m Umfang. Die Stämme brauchen, wenn sie von Samen gezogen werden, 12 bis 15 Jahre, bis sie imstande sind, jährliche Ernten von Esparto zu liefern. In den ersten Jahren sind sie so zart, dass sie dem Vieh zur Nahrung dienen können, nach und nach kräftigen sie sich, wahrscheinlich durch Bildung von Zellstoff, und manchmal werden sie 60 Jahre alt.

Die Blätter, d. i. das Espartogras, wachsen in Längen von 15 bis 90 cm und werden mit der Hand von den Stämmen gerissen, doch sollte dies bei trockener Witterung von Juli bis Oktober geschehen, da die *Una* oder der Nagel, d. i. die Stelle, wo das Blatt am Stamme sitzt, in nassem Wetter so zähe wird, dass das Esparto sich nicht von der Atocha trennt, und dass statt dessen die ganze Pflanze herausgerissen wird. Dadurch entsteht nicht nur ein unersetzlicher Verlust für den Eigenthümer, sondern die Wurzeln müssen auch, da sie für die Papierfabrikation keinen Werth haben, sorgfältig abgeschnitten werden, weil sie andernfalls die Güte der ganzen Sendung, in der sie sich befinden, beeinträchtigen.

Das kurze, manchmal farblose Esparto von der Küste ist seiner Feinheit und Zähigkeit wegen sehr beliebt, das lange schöne goldfarbige Esparto aus dem

Innern macht ihm jedoch den Rang streitig und wird sogar für Zwecke der Verarbeitung in Korbwaaren besser bezahlt als zur Umwandlung in Papier. Der dieser Sorte eigene Namen *Garbillo*, zu deutsch Sieb, kennzeichnet schon ihre Verwendung. Das grün geerntete Gras bleicht sich schwerer als das reife gelbe.

Die während des Wachsthums ziemlich flachen Blätter schliessen sich, wenn sie reif und trocken werden, und nehmen eine glatte, binsenartige Oberfläche an.

**454. Sortiren. Kochen in stehenden Kesseln.** Das in Ballen gepresste Esparto wird in der Fabrik zunächst Frauen übergeben, welche es auf Tischen, in derselben Weise wie Hadern, sortiren, oder richtiger reinigen, denn das Espartogras wird nicht in verschiedene Klassen abgetheilt, sondern nur von Verunreinigungen befreit. Zu diesen Verunreinigungen zählen auch die dicken wurzelartigen Enden der Pflanze, welche sorgfältig abgeschnitten oder abgerissen werden müssen. In den meisten Fabriken wird das gereinigte Espartogras entweder in Bündeln oder in Säcken von bestimmtem Gewicht, gewöhnlich von einem Centner (112 Pfund englisch), abgewogen, so dass man zum Kochen nur die erforderliche Anzahl Säcke oder Bündel abzuzählen hat, um das richtige Gewicht zu erhalten.

Das Kochen ist die nächste und wichtigste Behandlung, welche das Esparto bei seiner Umwandlung in Papier erfährt; es dient wie bei Stroh zur Aufschliessung der kieselsauren Verbindungen oder mineralischen Bestandtheile, sowie zur Lösung der öligen, harzigen, gummiartigen und Pektin-Stoffe. Je nach Boden, Klima und Lebensalter ist auch die Zusammensetzung des Grases verschieden; folgende, aus einer Untersuchung von spanischem Esparto erhaltenen in Prozenten angeführten Bestandtheile geben Aufklärung über dessen Zusammensetzung.

In 100 Gewichtstheilen fanden sich nach Macadam 56,28 Theile Zellstoff, während die genaueren Untersuchungen von Dr. Hugo Müller nach seinem Buch »Die Pflanzenfaser 1876« folgende Zahlen ergaben:

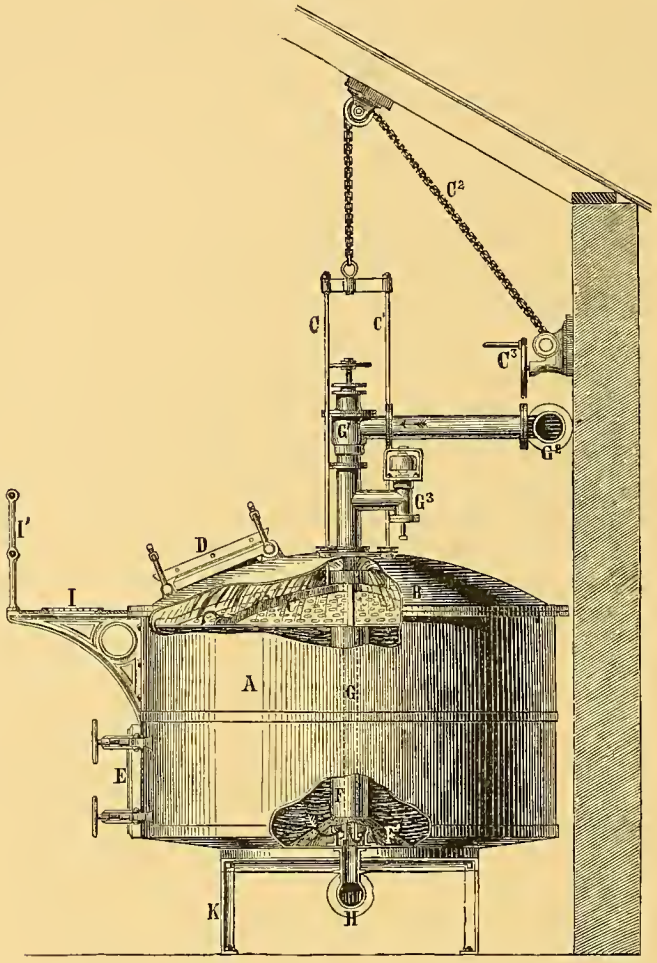
| | von Spanien | | von Afrika | |
|---|---|---|---|---|
| | feinblätterig | grossblätterig | dickblätterig | |
| Asche | 3,72 | 3,45 | 3,34 | 3,67 |
| Wasser | 9,75 | 10,30 | 8,45 | 9,02 |
| Wasser-Extrakt | 10,68 | 12,02 | 10,05 | 10,18 |
| Fett und Wachs | 2,15 | 2,43 | 2,51 | 2,72 |
| Zellstoff | 50,19 | 49,52 | 50,16 | 47,55 |
| Inkrustirende Substanzen und pektoseartige Körper, aus dem Verlust bestimmt | 27,23 | 25,73 | 28,83 | 30,53 |

In der Asche fanden sich auf 100 lufttrocknen Espartos 1,4 Kieselsäure, 0,3 Kalk, sowie Kali und Phosphorsäure.

Die Mehrzahl der britischen Fabrikanten, welche sich vorzugsweise mit der Verarbeitung von Esparto beschäftigen, kochten es 1873 und zum Theil jetzt (1893) noch in unbeweglichen aufrechten Cylindern von der in Fig. 1111 dargestellten Art, nur bedienten sich nicht alle der daran angebrachten patentirten Hebvorrichtungen des innern Deckels. Esparto wird in diesem Kessel, wie in Kesseln jeder Bauart, in ganzer Länge, nicht gehäckselt, gekocht.

In Fig. 1111 bezeichnet *A* den zur Aufnahme des Grases dienenden Cylinder, *B* den darauf mit Bolzen befestigten gusseisernen Deckel, *D* die Thür zum Füllen und *E* die Thür zum Entleeren. Die beiden viereckigen Thüren drehen sich in Scharnieren, so dass *D* auf den Deckel *B* gegen die Mitte hin umgelegt werden kann, und *E* sich wie eine Zimmerthür nach einer Seite hin

Fig. 1111.




öffnet. Zum Verschluss dienen zwei um Zapfen drehbare Bügel, von deren Mitte aus je eine Schraube die Thür anpresst, welche aber bei geöffneter Thür auf- und abwärts umgelegt sind.

Das Hauptdampfrohr $G^2$ führt durch ein Zweigrohr, durch das Ventil $G^1$ und das in der Mitte aufrecht stehende Rohr *G* den zum Kochen nöthigen Dampf zu. In dem erweiterten Fusse des Rohres *G*, welcher auf dem Boden des Kessels ruht, sind Oeffnungen ausgespart, durch welche der Dampf zunächst in das grössere umgebende Rohr *F*, und durch dessen durchbrochenen Fuss in die Rose $F^1$ gelangt.

Diese Rose, ein vielfach durchlöcherter Kegel, vertritt hier die Stelle des sonst üblichen doppelten Bodens, der Dampf kann sowohl durch sie in den Kocher dringen, als auch zwischen den Röhren *G* und *F* bis an den Deckel *B* gelangen. Wenn der Kessel mit Gras und Lauge gefüllt ist, wird die letztere durch die Löcher in das Innere der Rose $F^1$ fliessen, dort mit Dampf zusammenkommen und zum Sieden gebracht werden. Die kochende Flüssigkeit, welcher der Weg durch den Kessel von dem darin befindlichen Esparto verlegt oder doch erschwert ist, steigt dann in dem freien Raum zwischen den Röhren *F* und *G* aufwärts und ergiesst sich über den innern, durchlöcherten Deckel *C*, welcher sie wieder gleichmässig auf die ganze Oberfläche des Grases vertheilt. Der Deckel *C* ist von Eisenblech, durch Rippen verstärkt und behufs Eintragens des Grases unterhalb der Thüre *D* gleichfalls mit einer mittels Drehknöpfe befestigten Thüre versehen. *H* ist das mit Ventil versehene Ablassrohr, *K* das eiserne Gestell, auf dem der Kessel ruht, und *I* ein eisernes Gerüst zur Bedienung des Kessels, welches auf Trägern liegt, die an dem Kessel befestigt sind und zur Sicherheit der Arbeiter nach aussen zu ein eisernes Geländer $I^1$ haben.

Wenn, wie es in Grossbritannien ziemlich allgemein der Fall ist, käufliche kaustische Soda zur Bereitung der Lauge dient, wird die erforderliche Menge derselben in den noch ganz leeren Kessel gegeben und so viel Wasser zugelassen, als erfahrungsmässig nöthig ist, um während des Kochens sämmtliches Gras mit Flüssigkeit bedeckt zu halten. Wird diese Vorsicht nicht beobachtet, bleibt also ein Theil des Espartos oberhalb der Lauge, so verlässt dieser Theil den Kocher beinahe in demselben Zustand wie er eingetragen wurde, d. h. ungelöst, während alles übrige Gras völlig ausgelaugt sein kann. Verwendet man abgedampfte, d. i. wiedergewonnene oder kalzinirte Soda, so muss man dieselbe, wie für Stroh, vorher kaustisch machen und so viel davon einlassen, als zum Ersatz des käuflichen Aetznatrons (in eisernen Cylindern verpackt) erforderlich ist.

Nachdem die Lauge dann durch Einlassen von Dampf zum Kochen erhitzt ist, wird durch die Thür *D* und die darunter befindliche Thür in dem falschen Deckel *C* das Gras möglichst gleichmässig in alle Theile des Kessels eingetragen. Dabei wird es so fest als nur thunlich gepackt, der Kessel also nach Möglichkeit gefüllt. Die Thür *D* und die Oeffnung in *C* werden dann wieder verschlossen, und die Einströmung des Dampfes wird fortwährend in der Weise unterhalten, dass das Manometer einen Ueberdruck von etwa fünf Pfund oder $^1/_3$ Atmosphäre anzeigt. Die Lauge kocht dabei zwischen den Röhren *F* und *G* aufwärts, ergiesst sich über den durchlöcherten Deckel *C*, dringt durch die Espartomasse und wiederholt diesen Kreislauf. Weil das Aufkochen in der Mitte nicht in regelmässigem Strom, sondern stossweise erfolgt, werden derartige Kessel auf Englisch sehr bezeichnend *vomiting boilers* genannt, was sich mit Speikocher übersetzen lässt. Damit der Dampfdruck nicht über die gewünschte Grenze steige, ist das Dampfzulassrohr mit einem Sicherheitsventil $G^3$ versehen.

Nachdem das Kochen die erfahrungsmässig nöthige Zeit, in der Regel 6 bis 8 Stunden, gedauert hat, wird der Dampf abgestellt, die Lauge durch das Rohr *H* in den Behälter abgelassen, welcher zur Aufnahme der zum Abdampfen bestimmten Flüssigkeiten dient, und frisches Wasser eingeleitet. Dieses Wasser, welches womöglich heiss sein sollte, dient zu einmaliger Waschung und wird

schon nach kurzer Zeit in einen Vorrathskasten abgelassen, von dem aus es nach Bedarf zur Wiederauflösung der durch Abdampfen erhaltenen Soda entnommen werden kann.

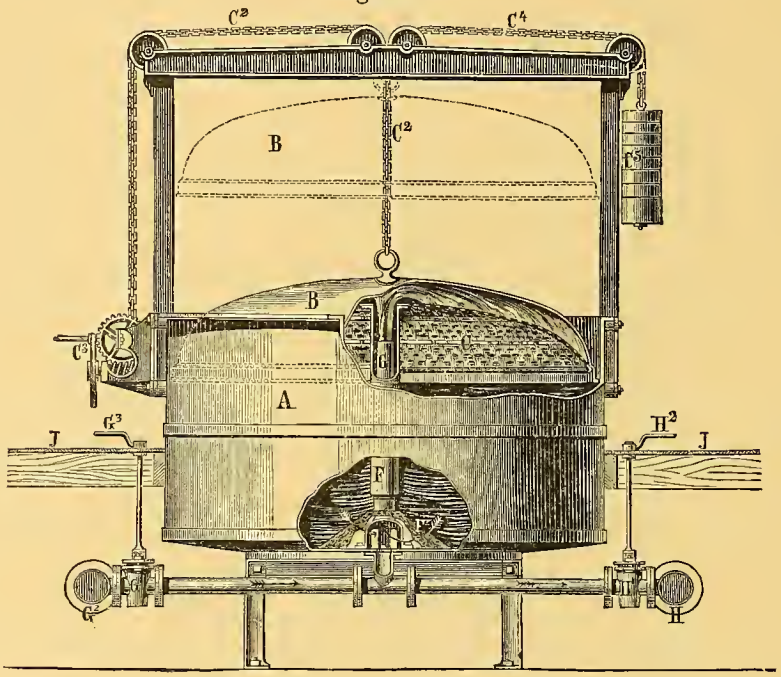
Gewöhnlich wird das gekochte Espartogras durch die Thür *E* in unterstehende Rollwagen geladen und unmittelbar zu den Waschholländern gebracht, es kommt aber auch vor, dass letztere auf der Höhe der Plattform *I* stehen, und dann wird es manchmal vorgezogen, den Kessel durch die obere Thür *D* zu entleeren.

Der innere Deckel *C* des in Fig. 1111 dargestellten Kessels ist nicht, wie er noch vielfach gefunden wird, befestigt, sondern er kann mittels dreier Zugstangen $C^1$, der Kette $C^2$ und der Winde $C^3$ gehoben und gesenkt werden.

Diese, wie die in Fig. 1112 dargestellte, von A. Stevenson erfundene Bauart werden von John Meiklejon & Son, Westfield Iron Works in Dalkeith bei Edinburgh in Schottland ausgeführt.

In Fig. 1112 bezeichnet *A* wieder den cylindrischen Theil des Kessels, *B* den obern und *C* den untern durchlöcherten Deckel. Die beiden Deckel

Fig. 1112.




sind von Gusseisen und bilden ein Ganzes, die Löcher in *C* haben einen Durchmesser von etwa 2,5 cm, und die grösste lichte Weite zwischen *B* und *C* beträgt etwa 15 cm. Auch sind sie in keiner Weise mit *A* verbunden, sondern werden mittels der Kette $C^2$ und Winde $C^3$ gehoben und in *A* niedergelassen. Damit dies ohne grosse Kraftanstrengung geschehe, ist ihr Gewicht durch das an einer besonderen Kette $C^4$ hängende Gegengewicht $C^5$ zum Theil ausgeglichen.

Dampf tritt hier von unten durch einen Zweig des Rohres $G^2$ ein. Mittels der oberhalb des Gerüstes *J* befindlichen Kurbeln $G^3$ und $H^2$ öffnet und schliesst man die Hähne $G^1$ und $H^1$, durch welche Dampf aus dem Rohr $G^2$ zugelassen und die Lauge durch *H* abgeführt werden kann. Der Dampf gelangt durch die seitlichen Oeffnungen im Fusse des auf dem Boden des Kessels befestigten,

senkrechten Rohres $G$ in die Rose $F^1$, wo er die Lauge trifft und mit ihr durch $G$ aufkocht. Das Rohr $G$ muss niedrig genug sein, um dem Deckel $B$ zu gestatten, sich ziemlich tief in $A$ einzusenken, und damit es dennoch in jeder Stellung mit dem Raum zwischen $B$ und $C$ in Verbindung bleibe, ist es lose von einem Rohr $F$ umgeben, welches an dem falschen Deckel $C$ befestigt ist und mit ihm auf und niedergeht. Die in $G$ aufkochende Flüssigkeit wird durch dieses Rohr $F$ bei jeder Stellung der Deckel über $C$ geleitet und über die ganze Oberfläche vertheilt. Thüren sind nicht erforderlich, da sich der Deckel so hoch (in die punktirte Stellung) heben lässt, dass das Gras bequem von oben eingefüllt und herausgenommen werden kann.

Bei dem Kessel Fig. 1111 lässt man während des Eintragens des Grases etwas Dampf ein, damit die Lauge aufkocht und sich als Regen über die in kleineren Mengen ankommenden Halme ergiesst. Bei Fig. 1112 ist der ganze Deckel während der Füllung so hoch wie möglich gehoben und der Kessel frei gelegt, sobald man aber sämmtliches Gras eingefüllt hat, wird der Deckel wieder herabgelassen, so dass er auf der Masse selbst liegt.

Der Zweck des beweglichen Deckels ist bei beiden Kesseln, das Gras durch sein Gewicht auf einen kleinern Raum zusammenzudrücken. Dies geschieht bei dem ersteren, indem man nach etwa halbstündigem Kochen mit gewöhnlicher Füllung noch mehr Esparto einträgt und den inneren Deckel $C$ so weit herablässt, dass er frei auf dem Grase ruht und es durch sein Gewicht in die Flüssigkeit drückt. Hebt man den Deckel $C$ nach einigen Minuten wieder, so findet man Raum zum Einfüllen einer weitern Menge Esparto, welche gleichfalls gepresst wird, usw. Auch kann man den Deckel $C$ schon beim Eintragen in dieser Weise benutzen.

Bei dem zweiten Kessel Fig. 1112 hat man den Vortheil, dass er beim Füllen ganz offen ist, und dass man das zu voller Füllung nöthige Gras, selbst über den Rand hinaus, eintragen und es auf einmal mit dem aufliegenden Doppeldeckel bis unter die Flüssigkeit pressen kann. Der Druck, mit dem dies geschieht, kann durch Vermehrung oder Verminderung des Gegengewichts $C^5$ nach Wunsch geregelt werden. Die Menge des Wassers, womit die kaustische Soda gelöst und verdünnt wird, nimmt man gewöhnlich so, dass sich die Flüssigkeit nach Beendigung des Kochens, also einschliesslich des Dampfwassers, mit dem höchsten Punkte des innern Deckels $C$ auf gleicher Höhe befindet.

Bei der ersten in Fig. 1111 dargestellten Einrichtung hat man der zweiten gegenüber den wenn auch unbedeutenden Nachtheil, dass das zuletzt eingetragene Gras etwas weniger lang gekocht wird als das zuerst eingefüllte, und dass durch das Nachfüllen Zeit verloren geht. Da der Deckel bei dem zweiten Kessel Fig. 1112 nur lose in den cylindrischen Theil $A$ passt, sollte man glauben, dass zwischen beiden während des Kochens Dampf entweichen müsste. Dies ist aber nicht der Fall, da der Druck des Deckels auf das Gras rings um den Rand einen Verschluss von solcher Dichte herstellt, dass selbst bei einem Ueberdruck von $^1/_4$ bis $^1/_3$ Atmosphäre kein Dampf verloren geht.

Die Erbauer behaupten, dass man mit solchen Kesseln andern gegenüber 15 bis 20 Prozent Soda erspare, dass man in derselben Zeit viel mehr Rohstoff auslaugen könne, und dass dies mit viel weniger Flüssigkeit geschehe, dass also die Kosten der Wiedergewinnung verbrauchter Soda sich weit niedriger stellen.

Die Herren Sommerville & Son, Milton Bridge bei Edinburgh, theilten dem Verfasser 1873 mit, dass sie imstande waren, mit einem Kessel der zweiten Art die Menge der angewandten kaustischen 60procentigen Soda von 17 auf 14 Pfund zum Kochen von 112 Pfund (1 engl. Centner) Esparto zu ermässigen.

Die Herren Wm. Tod & Son in Polton bei Edinburgh liessen die festen innern Deckel ihrer Kessel durch bewegliche (Fig. 1111) ersetzen und können dadurch, wie sie sagen, 35 Centner Esparto statt der früheren 25 mit einer Kochung auslaugen, ohne die bisherige Menge von $19 \times 25$ Pfund kaustischer Soda wesentlich zu verstärken, d. h. sie kochen 35 Centner mit beinahe derselben Menge Soda wie früher 25 Centner. Andere Fabrikanten haben ähnliche Erfahrungen gemacht.

Die Herren Meiklejon erzählen, dass in einer schottischen Fabrik ein von ihnen nach der zweiten Art umgebauter Kessel 32 Centner, anstatt wie früher 14 Centner Esparto fasste, dass man die Menge der kaustischen Soda um 3 Pfund auf den Centner verringern konnte, dass man bei der Wiedergewinnung der Soda nur halb so viel Wasser wie früher zu verdampfen hatte, und dass das Gras gleichwohl zu voller Zufriedenheit gekocht war. Zum Kochen von zusammengepresstem Gras braucht man mehr Zeit als für das lose eingelegte, nämlich 8 bis 12 und mehr Stunden, dafür ist aber auch die Menge des behandelten Rohstoffes grösser.

Die harten Enden des Espartos, wie auch die Knoten des Strohs werden bei solcher Behandlung gründlich gekocht. Der Rohstoff verliert dabei, wie immer wenn er unbeweglich stillliegt, seine Form nicht, er wird nicht zerfasert und erleidet daher auch bei dem nachherigen Waschen wenig Verlust. Die Unbeweglichkeit wird durch den Druck des Deckels hervorgebracht, ohne denselben verliert der Rohstoff in der oberen Schicht seine Form und wird zerfasert. Da die Lauge konzentrirter als gewöhnlich ist und in derselben Menge Flüssigkeit viel mehr Extraktivstoffe enthält, wird auch das Gras mehr damit verunreinigt und bedarf etwas längerer Waschung.

Die meisten von dem Verf. besuchten britischen Fabriken, welche hauptsächlich Esparto verarbeiten und daraus bessere Sorten Papier herstellen, bedienen sich stehender Kessel mit oder ohne Pressdeckel. Bei letzteren beziffert sich die Menge der auf den Centner (112 Pfund) angewandten kaustischen Soda von 60 Procent durchgängig auf 15 bis 19 Pfund. In einer neuen grossen schottischen Fabrik werden, anstatt der sonst üblichen kaustischen Soda, 23 bis 28 Pfund kalzinirte Soda *soda ash* von 48 Procent auf den Centner Esparto genommen, kaustizirt, und in etwa 180 Liter Wasser gelöst. Nach dem Kochen wird einmal mit heissem und einmal mit kaltem Wasser im Kessel gewaschen.

In einer englischen Fabrik werden entweder 8 Pfund Aetznatron von 60 Procent mit 12 Pfund durch Verdampfen wiedergewonnener, kaustizirter Soda oder 16 Pfund Aetznatron von 60 Procent auf den Centner Esparto verwendet.

Seit Niederschrift vorstehender Sätze (1873) haben die britischen Fabriken allgemein Wiedergewinnung der Soda eingeführt und müssen zu deren Kaustizirung eingerichtet sein. Infolgedessen verwenden sie nur noch wenig kaustische Soda, sondern kalzinirte oder Ammoniak-Soda, je nach deren Preis. Da sie den grössten Theil des Natrons (bis 90 Procent) zurückgewinnen, so werden nur einige Procent frischer Soda gebraucht.

**455. Drehkocher.** Durch die Bewegung des Kochers entsteht Reibung, welche Zerkleinerung und infolge derselben Faserverlust veranlasst. Das Laugen in stehenden Kesseln ist daher stets vorzuziehen, wenn es ohne Mehrbedarf von Natron ausgeführt werden kann. Ueberdies haben die einmal getrennten Espartofasern dieEigenschaft, sich bei drehender Bewegung, Ueberschuss an Soda oder zu langem Kochen sehr leicht in kleine Kugeln zu rollen, welche nur mit grösster Mühe wieder ausgestreckt werden können. Alle solche Kügelchen sind, da sie weder durch die Knotenfänge gehen, noch sich verfilzen, verloren. Eine sehr hohe Temperatur oder, was in der Praxis damit gleichbedeutend ist, hohe Dampfspannung unterstützt die Kugelbildung.

Da sich die beschriebenen stehenden Kocher aus diesen Gründen sehr gut zur Auflösung des Espartograses eignen, werden Drehkocher nur ausnahmsweise dazu verwendet, und meistens nur in Fabriken, wo sie auch zur Verarbeitung von Stroh, Hadern und anderen Stoffe dienen.

Einer der bedeutendsten englischen Fabrikanten kocht Esparto in gewöhnlichen waagrechten Drehkesseln mit 8 Procent Natron ($Na_2O$). Wenn er kaustische Soda von 60 Procent verwendet, die also in 100 Theilen 60 Theile Natron hat, braucht er davon etwa 14 Pfund auf je 100 Pfund Esparto, oder 15 bis 16 Pfund auf den englischen Centner (112 Pfund). Um die Nachtheile der Bewegung auf das geringste Maass zurückzuführen, lässt er den Kessel nur eine Umdrehung in 10 Minuten machen.

In einer andern sehr bedeutenden englischen Fabrik, wo Esparto gleichfalls in waagrechten, langsam laufenden Drehkesseln gekocht wird, versicherte man dem Verf., dass die dazu verwendete Menge Natron noch viel geringer sei. Dies ist auch leicht möglich, wenn das Gras zu geringeren Druckpapieren verwendet und vielleicht auch etwas stärker als gewöhnlich gebleicht wird. Ueberhaupt lässt sich nach der Menge der verbrauchten Soda allein das angewendete Fabrikationsverfahren nicht beurtheilen; der zum Bleichen nöthige Chlorkalk, der Faserverlust und insbesondere die Güte des erzeugten Papiers müssen gleichzeitig berücksichtigt werden.

**456. Waschen, Bleichen und Entwässern.** Das gekochte Gras wird gewöhnlich schon im Kocher, womöglich mit heissem Wasser, oft auch noch ein zweites Mal mit kaltem Wasser, gewaschen und in Rollwagen zu den Waschholländern gebracht. In Fabriken, wo feinere Papiere aus Esparto hergestellt werden, kommt es häufig von den Kochern aus in einen Sortirsaal, wo es nochmals von Frauen untersucht und von Verunreinigungen befreit wird. Diese zweite Reinigung ist sehr zweckmässig, weil sich durch die Auflösung des Grases manche Anhängsel ablösen, die vorher kaum bemerkbar waren. Aus demselben Grunde sitzen an den Waschholländern und manchmal auch an den Bleichholländern Mädchen, deren Aufgabe es ist, alle etwaigen Verunreinigungen aus dem umlaufenden Stoffe zu entfernen.

Die Waschholländer haben, da das Gras nicht zerschnitten werden soll, nur stumpfe Schienen, brauchen diese aber, um das Gras bei seinem Umlauf im Holländer stets ausgestreckt zu erhalten und die Bildung von Kügelchen oder Schrot, wie es die Engländer nennen, zu hindern. Manche Holländer haben einen durchlöcherten doppelten Boden, durch welchen Wasser von unten eingelassen und nach einiger Zeit auf demselben Wege wieder abgelassen wird, andere sind auch mit Waschtrommeln versehen. In den meisten Fällen wird das Gras aus den Waschern unmittelbar in die etwas tiefer stehenden Bleichholländer abgelassen,

manchen Orts auch erst in Kasten oder Pressen, von wo aus es den vielleicht in einem andern Gebäude aufgestellten Bleichern zugeführt werden muss. Solcher unnöthiger und kostspieliger Verwicklung ist jedenfalls der amerikanische, mit zwei Waschtrommeln versehene Holländer, in dem auch gleichzeitig gebleicht wird, vorzuziehen.

Betreffs der Bereitung der Bleichflüssigkeit wird auf die entsprechenden Abschnitte im dritten Kapitel verwiesen. Nach den vom Verf. in Grossbritannien gesammelten Erfahrungen beträgt die Menge des erforderlichen Chlorkalks guter Qualität 10 bis 15 Pfund auf den englischen Centner (112 Pfund) Espartogras. Es versteht sich jedoch von selbst, dass für schlecht gekochtes Gras weit mehr Chlorkalk nöthig wird.

In Grossbritannien wendet man, wie schon bei der Fabrikation von Papier aus Hadern erwähnt ist, nur höchst selten Schwefelsäure beim Bleichen an, dagegen aber wird der Espartostoff in den Bleichholländern durch direktes Einleiten von Dampf auf 38° C — 55° C (100° F) erhitzt. Dies geschieht zwar nicht überall, aber in so vielen, und zwar den bessern Fabriken, dass es als die Regel gelten kann, doch ist man stets besorgt, die Temperatur nicht über 55° C steigen zu lassen, da sonst Verkohlung der Fasern eintreten könnte.

Anstatt den gebleichten Stoff in Abtropfkasten zu entleeren, hat man in den letzten Jahren angefangen, ihn direkt in hydraulische Pressen von der in Figg. 174 und 175 dargestellten Art, oder in andere Entwässerungsmaschinen (vergl. Abschn. 95) abzulassen. Man hat nämlich gefunden, dass das gebleichte Gras bei langem Liegen in der Bleichflüssigkeit sich wieder gelblich oder bräunlich färbt, dass also seine Farbe zurückgeht, und um dies zu vermeiden, hält man es fürs Beste, sich der Bleichflüssigkeit so rasch als möglich zu entledigen. Das behufs raschern Bleichens eingeführte Erwärmen der Masse trägt auch zum Zurückgehen der Farbe bei, wenn nicht baldige Abkühlung und Entwässerung stattfindet.

Das gebleichte und entwässerte Esparto wird dann in Ganzholländern für sich, oder mit andern Stoffen vermischt, in Ganzzeug und in derselben Weise wie Hadern in Papier verwandelt. Nur muss man bei allen Verrichtungen, vom Kochen und Waschen an bis zur Stoffbütte, darauf bedacht sein, dass die Fasern nirgends in rollende Bewegung gerathen, da sich sonst leicht die so unangenehmen Kügelchen bilden.

**457. Verwendung gebrauchter Espartolaugen und Soda-Wiedergewinnung.** In der Fabrik der Herren Edw. Collins & Co., Maryhill bei Glasgow, wurde 1873 die von den Espartokochern abfliessende Lauge in eine Reihe viereckiger eiserner Kasten mit durchlöcherten doppelten Böden geleitet, welche mit Hadern gefüllt waren. Die mit solcher Lauge gesättigten Hadern blieben einige Tage ruhig liegen, wobei sich ein Gährungsprozess entwickelte, der die Kochung ersetzte.

In den Dalmarnock mills der Herren Brown Stewart & Co. bei Glasgow wurde 1873 das gekochte Gras sofort in hydraulischen Pressen entwässert und die ablaufende Lauge mit 15 Pfund frischer kaustischer Soda auf 112 Pfund Esparto zu einer neuen Kochung verwendet. Diese Wiederverwendung erfolgte so lange, bis die Lauge dunkle Farbe annahm und dadurch anzeigte, dass sie gesättigt war. Wenn keine gebrauchte Lauge vorhanden war, hatte man 17 statt 15 Pfund kaustischer Soda nöthig.

Die Herren Thos. Tait & Sons in Inverury, Schottland, kochten 1873 Esparto in einer Reihe von Kochern der in Fig. 1111 dargestellten Art. Die gebrauchte Lauge wurde mit Hilfe des Dampfdrucks von $^1/_3$ Atmosphäre von einem Kocher in einen andern frisch gefüllten geblasen, wodurch man, wie in den Dalmarnock mills, 2 Pfund frischer kaustischer Soda auf jeden Centner Esparto ersparte. Ueberdies wurde die Lauge dadurch konzentrirter und erforderte weniger Brennstoff bei dem nachherigen Abdampfen. Auch der gebrauchte Dampf wurde nochmals verwendet, indem man ihn in einen frisch gefüllten Kocher strömen liess; man konnte auf diese Weise mit dem aus 2 Kochern abgeblasenen Dampf einen dritten kochen.

Die gebrauchte dicke Lauge macht das gekochte Gras schmieriger und erschwert das Waschen. In den meisten britischen Fabriken verwendet man daher die Lauge nur einmal, verdampft und kalzinirt sie aber behufs Wiedergewinnung der Soda. Die hierzu eingeführten Verfahren und Einrichtungen sind dieselben wie die für Stroh angewendeten, in Abschnitten 435 bis 445 beschriebenen.

Die Wiedergewinnung von Natron aus Espartolauge weicht nur insofern von der aus Strohlauge ab, als sie einerseits weniger Kieselsäure enthält, anderseits aber die Arbeit durch die Seite 1210 erwähnten Haare erschwert, die sich an den Rohrwänden der Verdampfer festsetzen.

**458. Verfahren von Th. Routledge.** Thomas Routledge, früher Direktor der Fordpaperworks bei Sunderland in England, der schon 1856 mit Verarbeitung von Esparto begann, wird allgemein als Vater dieser Papierfabrikation anerkannt. Er galt auch stets als Autorität in diesem Zweige, und der Verf. glaubte desshalb nichts Besseres thun zu können, als die in den Fordpaperworks getroffenen Einrichtungen in der ersten Ausgabe d. B. zu beschreiben und die ihm gelegentlich seines Besuches 1873 von Herrn Routledge in liebenswürdigster Weise gemachten Mittheilungen wiederzugeben. Wenn auch die damaligen Verfahren und Einrichtungen vielfach anderen besseren Platz machen mussten, so hat doch der Zustand von 1873 jetzt (1893) mindestens geschichtliches Interesse.

Die Fabrik erzeugte nicht nur Papier, sondern auch Esparto-Stoff, der als solcher versendet wurde. Bei den vielen Koch- und Bleichversuchen, welche Herr Routledge mit Esparto angestellt hat, fand er durch chemische Untersuchung, dass alle Laugen nach dem Kochen noch eine bedeutende Menge ungebundenes Aetznatron enthalten, dass das gekochte Esparto durch die gewöhnlichen Waschungen nie gänzlich von Alkali befreit, und dass das bleichende Chlor der Bleichflüssigkeit niemals gänzlich erschöpft wird. Er kam dadurch auf den Gedanken, dass es nicht richtig sei, ein einziges rasches Kochen, Waschen oder Bleichen vorzunehmen, sondern dass man das Prinzip des Gegenstromes anwenden müsse, wonach frisches Gras mit der schon beinahe erschöpften Lauge und das beinahe aufgelöste Esparto mit frischer Lauge zu behandeln wäre.

Er setzte daher eine Anzahl grosser, in üblicher Weise gebauter eiserner Spei-Kocher derart miteinander in Verbindung, dass die Lauge, nachdem sie mit dem Grase des einen 2 Stunden lang gekocht war, in den nächsten geleitet wurde, dort in gleicher Weise wirkte und nach und nach die Runde durch die ganze Kette von Kochern machte, mit Ausnahme derer, welche zur Zeit gefüllt und entleert wurden. In Figg. 1113 und 1114 ist eine Kette von 6 solchen Koch-Bottichen

in Grund- und Aufriss gezeichnet. Die Pfeile zeigen den Gang der Flüssigkeit beim Verdrängen (nicht während des Kochens) an.

Fig. 1113.

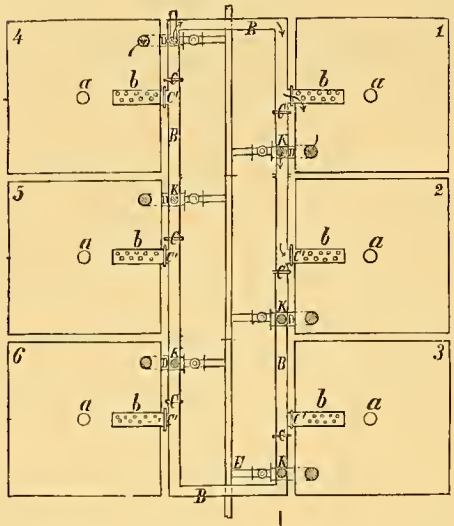
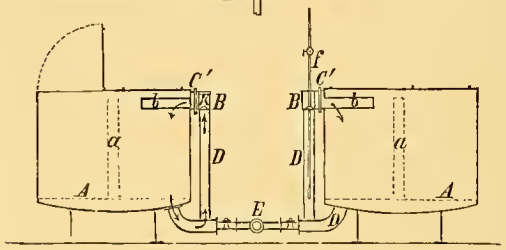



Fig. 1114.




Da die Kocher keinen Druck auszuhalten haben, können sie aus schwachem Eisenblech gebaut werden, sie haben durchlöcherte falsche Böden *A*, Speirohr *a*, aber keine Einrichtung zur Vertheilung der aufkochenden Lauge, auch sind sie nur lose mit flachen Blechdeckeln verschlossen. Ein in der Zeichnung weggelassenes Dampfrohr tritt unter dem doppelten Boden *A* ein und leitet den Dampf direkt in die Flüssigkeit; R. wollte es aber durch ein Schlangenrohr ersetzen, worin der Dampf umlaufen und von welchem das Kondenswasser in den Dampfkessel zurückfliessen sollte. Auf diese Weise würde dann die Verdünnung der Lauge durch Dampf-Wasser vermieden.

Längs der Kocherreihe, nahe dem obern Rande, läuft eine Rinne *B*, welche durch Zweigrinnen *b* mit den einzelnen Kochern in Verbindung steht, überdies ist auch ein Zusammenhang der Hauptrinne *B* mit den Böden der Kocher durch die Röhren *D* hergestellt, die jedoch während des Kochens durch Ventile *K* unterbrochen wird. Die Absperrschieber *C* der Hauptrinne *B* und $C^1$ der Zweigrinne *b* bleiben während des Kochens eingesetzt, beim Verdrängen der Flüssigkeiten werden aber $C^1$ und *K* geöffnet, und, wenn ein Kocher entleert werden soll, muss man ihn durch Verschluss von $C^1$ und *K* und Oeffnen von *C* aus der Kette scheiden.

Wenn die Lauge die vorgeschriebene Zeit in dem Kocher *1* verbracht hat, soll sie, ohne andere Unterbrechung des Kochens als das Schliessen des Dampfhahns, die Flüssigkeit im Kocher *2* durch Verdrängen ersetzen. Sie soll also vom Boden des Kochers *1* durch das Rohr *D* und das alsdann geöffnete Ventil *K* in die Rinne *B* steigen, und sich durch die Zweigrinne *b* oberhalb der kochenden Masse in den Kocher *2* ergiessen. Da die Höhen-Unterschiede der Flüssigkeit in den verschiedenen Kochern nicht genügten, um ihren gleichzeitigen Vorschub von einem in den andern zu bewirken, musste Herr Routledge andere Mittel dazu finden. Es gelang ihm durch Einführung eines Dampfrohrs *f* in jedes der senkrechten Rohre *D*. So oft die Laugen um einen Kocher weiter befördert werden sollen, lässt man durch *f* Dampf in die in *D* stehende Flüssigkeit strömen, diese kommt dabei rasch ins Sieden, steigt in *D* aufwärts und ergiesst sich durch *B* und *b* in den nächsten Kocher. Die Verdrängung erfolgt mit solcher Gleichmässigkeit, dass die beiden einander verdrängenden Laugen sich nur wenig vermischen.

Wenn der Grundgedanke dieses Verfahrens richtig zur Ausführung gebracht ist, muss die Lauge, nachdem sie die Runde gemacht hat, ganz verseift sein und darf kein freies Aetznatron mehr enthalten. Herr R. liess dieselbe daher täglich durch den Chemiker der Fabrik darauf untersuchen und hat gefunden, dass eine Kette von 20 Kochern und 2 Stunden langes Kochen nöthig ist, um die Lauge gänzlich zu erschöpfen.

Das Waschen des gekochten Grases findet in derselben Weise statt, indem das Waschwasser der Lauge auf dem Fusse folgt. Die frische Lauge, mit welcher das fertig gekochte Esparto zum Schluss behandelt worden ist, wird von dem nachfolgenden, schon durch mehrere andere Kocher gegangenen Waschwasser verdrängt. Die Waschungen müssen fortgesetzt werden, bis die chemische Untersuchung kein Alkali mehr in dem Esparto nachweisen kann, zu einer oberflächlichen Prüfung genügen jedoch Reagenspapiere, besonders gelbes Curcuma-Papier, welches bei der Befeuchtung durch Aufdrücken auf den Stoff deutliche braune Farbe annimmt, solange noch Alkali vorhanden ist. Herr R. hat gefunden, dass 6 Waschungen nöthig sind, d. h., dass das fertig gekochte Gras zuerst mit Wasser behandelt werden muss, welches schon durch 5 andere Kocher gegangen ist, dann mit Wasser, welches durch 4, 3, 2 und nur 1 Kocher gegangen ist, bis es zuletzt eine Waschung mit reinem Wasser erhält, herausgenommen und gebleicht wird. Das Waschwasser sowie die erschöpfte Lauge werden durch das Rohr *E* und dessen mit den Röhren *D* verbundene Zweige abgelassen.

Rechnet man, dass in 6 Kochern fortwährend gewaschen wird, und dass mehrere sich stets behufs Füllung und Entleerung ausser Arbeit befinden, so ist es nicht erstaunlich, wenn Herr R. die zu einer Kette nöthige Anzahl Kocher auf 20 beziffert.

Die Lauge wird durch das so oft wiederholte Kochen stark mit Harz, Gummi, Farbstoff und andern inkrustirenden Bestandtheilen beladen und gelangt schliesslich in sehr konzentrirtem Zustand in die Abdampföfen. Auch das Waschwasser wird nach und nach dermaassen mit Extraktivstoffen und Lauge gesättigt, dass es beinahe in ebenso konzentrirtem Zustand wie die Lauge selbst zum Abdampfen kommt. Soweit dies überhaupt praktisch denkbar ist, erhält man daher sämmtliche angewendete Soda, mit einer verhältnissmässig geringen Menge Wasser vermischt, in den zu den Wiedergewinnungsöfen gelangenden Flüssigkeiten.

Die Fordpaperworks Company fabrizirte ihre Soda selbst, kaufte jedoch hierzu das schwefelsaure Natron, welches mit Kalk und Kohle gemischt in üblicher Weise im Flammofen erhitzt wurde; und die davon abziehenden heissen Gase wurden zum Abdampfen der vom Kochen und Waschen herrührenden Flüssigkeiten verwendet. Sämmtliche Soda, ob wiedergewonnene oder frische kalzinirte, wurde mit Kalk kaustizirt. Herr R. versicherte, dass es ihm durch das beschriebene Verfahren gelungen sei, die Menge des erforderlichen Natrons ($Na_2O$) bis auf 5 Procent herunter zu bringen, dass er also von einer kalzinirten Soda *soda ash* von 50 Procent 10 Pfund auf 100 Pfund Esparto oder $11^1/_5$ Pfund auf den englischen Centner (112 Pfund) brauchte.

Nachdem das gekochte und gewaschene Gras von Frauen sortirt ist, wird es in gemauerte, oben offene Bleichkasten eingetragen, von denen eine grosse Zahl gerade wie die Lauger zu einer Kette verbunden ist. Die Bleichflüssigkeit wird

mit Dampf mässig erwärmt und geht durch Verdrängung von einem Kasten zum andern, bis das bleichende Chlor völlig verbraucht ist, bis sie also Jodkalium-Stärke nicht mehr färbt. Das Auswaschen erfolgt in den Bleichkasten auf gleiche Weise wie in den Laugern durch nachfolgendes Wasser.

Die Vermuthung, dass so behandelte Pflanzen, infolge der Abwesenheit aller Bewegung, keinen erheblichen mechanischen Faserverlust erleiden können, wird dadurch bestätigt, dass sie in gebleichtem Zustande noch die ursprüngliche Form ihrer Halme oder Blätter zeigen. Die Kocher und Bleichkasten sind von solcher Grösse, dass sie genau eine engl. Tonne (2240 Pfund) Esparto fassen; der gebleichte Stoff wurde nicht nach Gewicht verkauft, sondern nach Tonnen des Rohstoffs, d. h. das Ergebniss einer Tonne Esparto kostete eine bestimmte Summe.

Nach der von dem Erfinder in der Beschreibung seines amerikanischen Patentes vom 28. Februar 1873 gegebenen Erklärung ist dieses Verfahren eine Nachahmung des bei Gespinnstpflanzen, z. B. Flachs, üblichen Röstens, dessen Dauer er durch Laugen, darauf folgende Gährung und Anwendung hoher Temperatur verkürzt. Da nach dieser Anschauung durch längeres Einweichen der Pflanzen in alkalischer Flüssigkeit Gährung hervorgerufen wird, so ist das Verfahren besonders für Pflanzen empfohlen, welche bedeutende Mengen klebriger, stärkemehlartiger und harziger Stoffe enthalten, wie z. B. Maisstroh, Blätter, Reisstroh und die Rückstände von Sorghum und Zuckerrohr nach dem Ausziehen des Zuckers.

Herr Routledge hat alle diese Pflanzen in den Fordpaperworks verarbeitet und besonders aus Maisstroh sehr hübsche Papierstoffe erzeugt, sie haben sich jedoch zu wenig ergiebig erwiesen, um Esparto und Stroh ersetzen zu können.

Die grosse Vollkommenheit, mit welcher dieses Verfahren anscheinend alle Ansprüche der Theorie befriedigte, berechtigte zu der Erwartung, dass es rasche Verbreitung finden würde. Es ist jedoch, soweit Verf. unterrichtet ist, nirgends angenommen worden und hat auch in den Fordpaperworks keinen dauernden Nutzen ergeben. Nach Ansicht der meisten Fabrikanten lässt sich Espartogras ohne höhere Temperatur, also ohne Anwendung höheren Dampfdrucks, nicht mit Vortheil verarbeiten, und dadurch wird die Anwendung offener Kochgefässe unmöglich.

**459. Neuere Esparto-Zellstoff-Anlage.** In Figg. 1116 und 1117 ist in 1:100 der wahren Grösse Grund- und Aufriss einer Papierfabrik gegeben, welche 1893 von Masson Scott & Co. lim., London und Edinburgh, für Verarbeitung von Espartogras geplant wurde. Dieselbe besteht, soweit sie hier dargestellt ist, aus 4 zusammenhängenden Gebäuden, von denen

*A* zur trocknen Reinigung des Espartograses
*B* zum Kochen des Espartograses
*C* „ Mahlen und Bleichen des Stoffes
*D* „ Aufarbeiten des Stoffes zu Papier

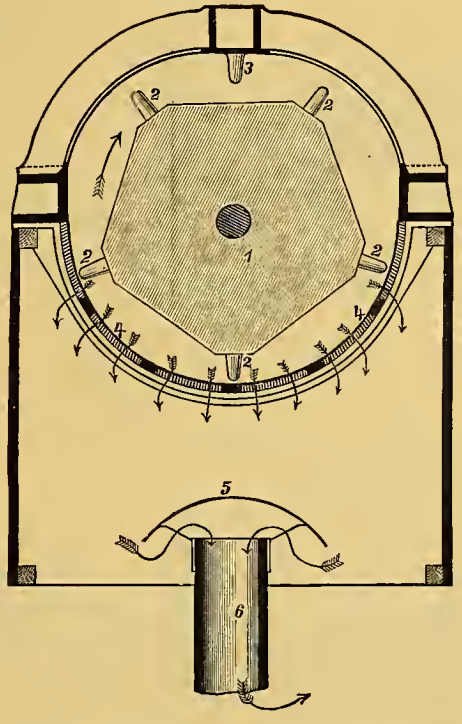
dienen. Das Gras wird zunächst in den Stäuber *a* gegeben, der die Aufgabe hat, die Halme aufzubrechen und von den begleitenden mechanischen Verunreinigungen wie Staub, Sand und dergl., zu befreien.

Fig. 1115 giebt in 1:4 der wahren Grösse einen Querschnitt des Esparto-Stäubers *a*. Derselbe ist ganz aus Stahl und Eisen gebaut und besteht aus einer innern Trommel *1* mit Schlagzähnen *2*, die das Gras nach Art des Seite 31 dargestellten Hadern-Dreschers gegen ähnliche Zähne *3* der festliegenden Trommel

schlagen und es damit brechen, sowie die Verunreinigungen ablösen. Der grösste Theil der untern Hälfte *4* der festliegenden Trommel besteht aus mehr senkrecht als radial gestellten dünnen Flachstahl-Stäben, die nur Zwischenraum genug zum Durchgang von Staub lassen, aber für Espartogras zu dicht zusammenstehen. Der in der Zeichnung angedeutete Ventilator $a^1$ saugt den Staub durch das mit Haube *5* bedeckte Rohr *6* und bläst ihn in einen Fluss, in ein besonderes Staubhaus oder einen andern zu seiner Aufnahme bestimmten Behälter. Der Raum unter dem Rost *4* muss luftdicht abgeschlossen sein.

Im untern Theil des hölzernen Fördertrogs *b*, Figg. 1116/7, welcher das gestäubte Gras aufnimmt, wird es von einer Anzahl Rechen vorwärts geschoben, welche an endlosen Riemen oder Ketten befestigt sind. An einigen Stellen $b^1$ (Fig. 1116 *A*) ist der Boden des Fördertrogs ausgeschnitten und durch einen Rost ersetzt, der zu kurz ist, um Gras durchzulassen, dessen Stäbe aber weit genug auseinanderstehen, um Steine und Wurzeln durchfallen zu lassen, wie aus Fig. 1117 *A* ersichtlich ist.

Fig. 1115.




Das gereinigte Gras kann entweder auf den Fussboden fallen und von da nach Bedarf in die Kocher gefüllt werden, oder es wird von einem zweiten in der Zeichnung weggelassenen Fördertrog aufgenommen, der es beim Füllen unmittelbar über den Kochern *d* abliefert, so dass es durch die offenen Mannlöcher hineinfällt.

Auf jeden Fall wird das gereinigte Gras von oben in die Kocher *d* gefüllt, die man nach vollendeter Kochung durch die Mannlöcher in unterstehende Wagen entleert.

Diese Wagen werden auf einen hydraulischen Aufzug *e* gefahren und in das obere Stockwerk zu den Holländern *f* befördert. Man kann den Stoff in

diesen waschen, mahlen und bleichen, oder auch vorher in den Wagen noch in eine besondere Bleicherei bringen und dann erst in Holländern *f* weiter ver-

Fig. 1116.

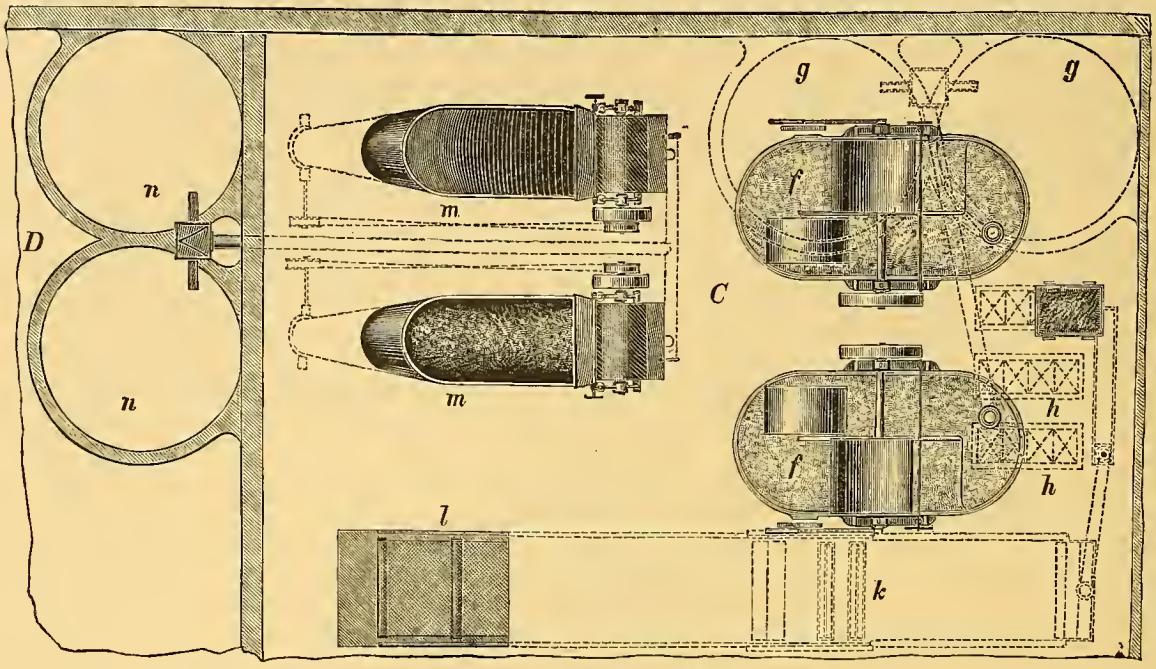
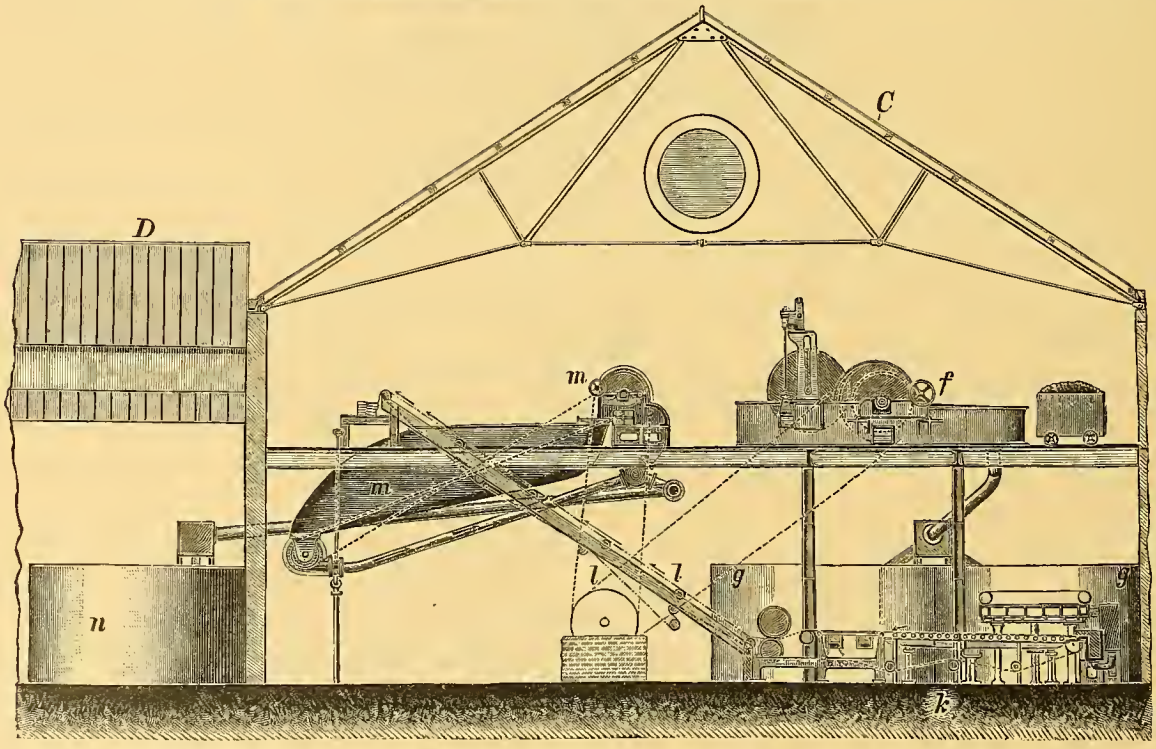



Fig. 1117.




arbeiten. Ehe dies geschieht, findet sich auch Gelegenheit, das gekochte Gras noch einer Durchsicht zu unterziehen und von Verunreinigungen zu befreien.

Nachdem der Stoff in den Holländern *f* die gewünschte Beschaffenheit erhalten hat, wird er in gemauerte Stoffbütten *g* abgelassen, aus denen man ihn

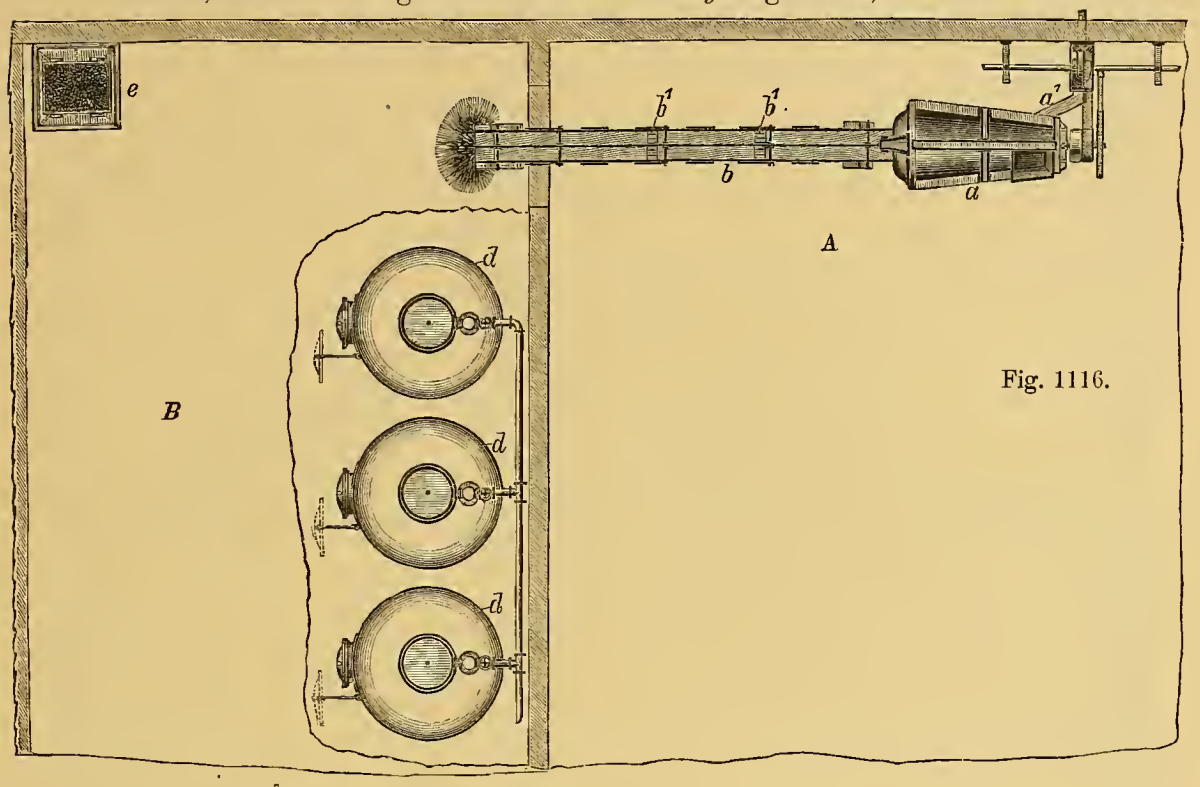



Fig. 1116.

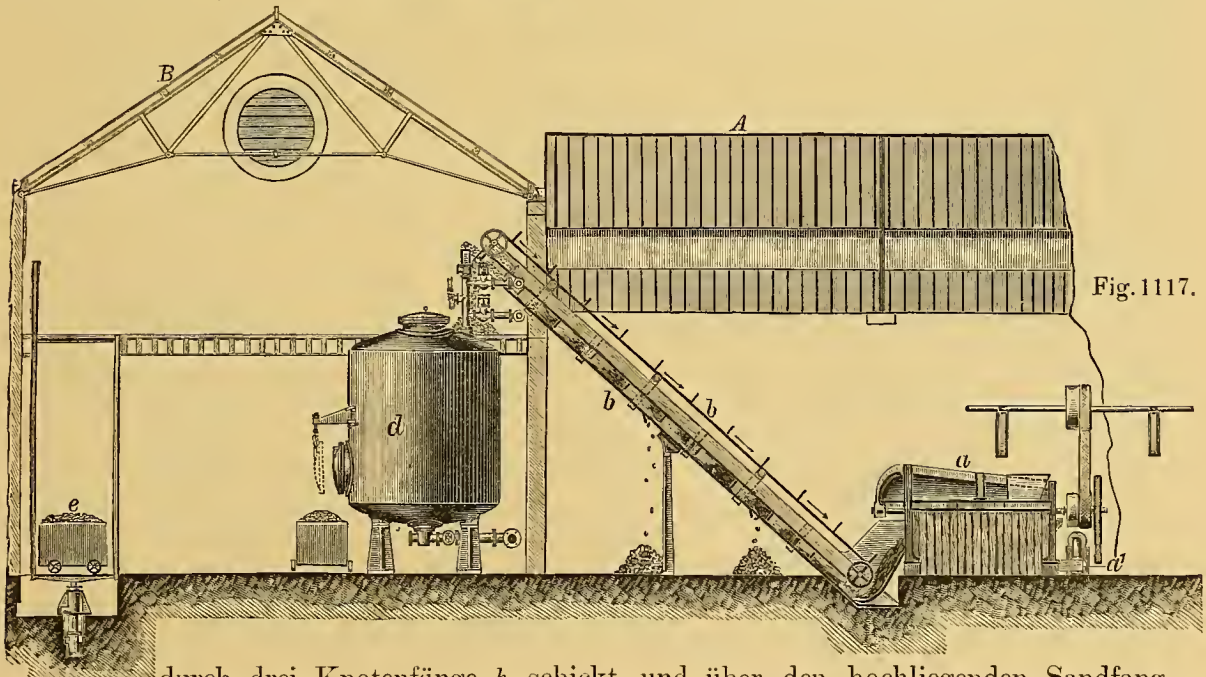



Fig. 1117.

durch drei Knotenfänge *h* schickt und über den hochliegenden Sandfang auf die Nassmaschine *k* fliessen lässt.

Die hier entstandene Stoffbahn geht aus der Gautschpresse auf den schräg ansteigenden Förderfilz *l*, der sie neben den Ganzholländern *m* abliefert. In diesen wird der Stoff geleimt, gefärbt und so gemahlen, dass er in die Zeugbütten *n* der Papiermaschine abgelassen werden kann.

Einer der Esparto-Kocher *d* ist im Aufriss Fig. 1118 und Grundriss-Durchschnitt Fig. 1119 in 1:60 der wahren Grösse besonders dargestellt. Die Behälter, aus denen die zum Kochen dienende Lauge sowie Waschwasser entnommen werden, und welche zur Aufnahme der gebrauchten Lauge sowie des gebrauchten Waschwassers dienen, stehen sämmtlich auf der Höhe des allein sichtbaren vorderen Behälters *W*, der heisses Wasser enthält.

Nachdem der Deckel des Mannlochs $A^2$ abgenommen ist, lässt man aus einem der oberen Behälter durch Hahn $C^2$ oder Zweigrohr $C^3$, Rohr *C*, Hahn $C^1$ und den senkrechten Stutzen *B* so viel Lauge in den *Vomiting Esparto Boiler* fliessen, dass derselbe halb voll wird. Dann wird Hahn $G^1$ geöffnet und durch Rohre *G*, $G^2$ Dampf von 2 Atmosphären Ueberdruck in das Mittelrohr $G^3$ der an den Kesselboden geschraubten Kammer $G^4$ geleitet. Aus diesem gelangt der Dampf in 4 kreuzförmig davon abzweigende, auf dem Boden des Kochers liegende Rohrenden $G^5$, welche in den untern stark erweiterten Ausläufern der an den Wandungen liegenden senkrechten Rohre *g g* $g^1$ $g^1$ enden. Beim Einströmen in diese erweiterten Rohr-Enden wirkt der Dampf wie im Injektor und reisst die umgebende Lauge mit in die Rohre *g g* $g^1$ $g^1$ und deren an der oberen Wölbung $A^1$ liegende halbrunde Ausläufer $g^2$ und $g^3$. Durch die Löcher dieser Halbkreis-Rohre strömt die gleichzeitig vom Dampf erwärmte Lauge von oben auf den Kocher-Inhalt und wird gewissermaassen auf diesen ausgespieen. Von hier dringt die Lauge durch die Esparto-Füllung und durch den gelochten Boden $A^4$ in den darunter befindlichen freien Raum $A^5$ und wiederholt den Kreislauf. Gegen die ältere Bauart Figg. 1111 und 1112 hat diese den Vortheil, dass die Mitte des Kochers ganz frei liegt und leichteres sowie gleichmässigeres Füllen ermöglicht. Gleichzeitig mit dem Einlassen von Dampf füllt man durch $A^2$ das Espartogras ein, erweicht und sättigt es auf diese Art mit Lauge derart, dass man noch viel Gras nachfüllen, also mehr in den Kocher bringen kann. Dann wird das Mannloch geschlossen und zwei Stunden lang bei voll geöffnetem Hahn $G^1$ Dampf zugelassen, wieder abgesperrt und das Gras noch etwa zwei Stunden in der Lauge belassen, bis sich der Druck im Innern des Kochers infolge Abblasens durch Hahn $e^1$ und das »Regulir-Rohr« *e* auf wenig mehr als den Atmosphärendruck vermindert hat. Zu rascherem Abblasen dient Rohr *E* mit Hahn $E^1$. Der Druck im Kocher muss noch eben stark genug bleiben, um die Lauge sofort durch die ringförmige Kammer $G^4$, welche das Mittelrohr $G^3$ umgiebt, und durch das sich seitlich abzweigende Rohr $F^5$ und Hahn $F^2$ in ein Rohr $F^3$ auszublasen, welches sie in einen Behälter befördert, aus dem sie nach Bedarf zur Wiedergewinnung der Soda entnommen wird. Nach dem Abblasen der Lauge wird Hahn $F^2$ wieder geschlossen, der Kocher *A* mittels Oeffnung der Hähne $D^1$ $D^2$ durch Rohr *D* mit heissem Wasser gefüllt und etwa eine halbe Stunde lang wieder Dampf zugelassen. Die durch solches Waschen entstehende schwache Lauge ist noch immer stark genug zur Wiedergewinnung und kann auf demselben Weg wie die starke Ablauge zu dieser geblasen werden. Weitere Waschungen in beliebiger Zahl erfolgen mit kaltem Wasser, welches aus einem auf der Höhe

von $W$ stehenden Behälter zufliesst, oder von einer Pumpe durch das Zweigrohr $C^3$, Rohr $C$ und Hahn $C^1$ eingeführt wird. Um den Umlauf dieses Wassers durch das gekochte Gras zu bewirken, führen die Erbauer jedoch anstatt Dampf, durch Rohr $a$ und

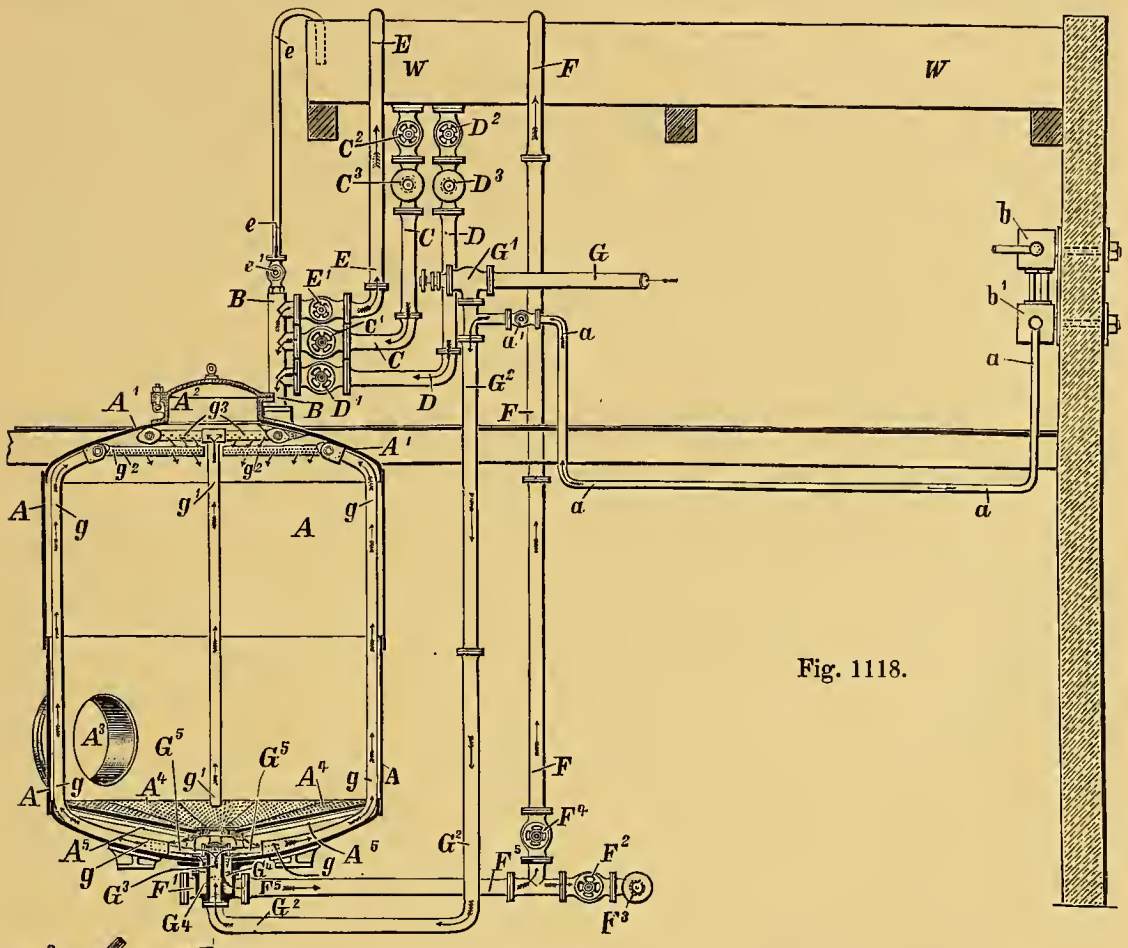



Fig. 1118.

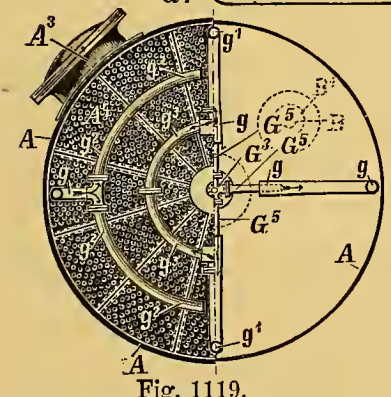



Fig. 1119.

Hahn $a^1$ kalte, bis 2 Atmosphären Ueberdruck gepresste Luft auf demselben Wege ein, welchen vorher der Dampf genommen hatte. Die Luft kann von einer Pressmaschine $b$ $b^1$ oder Flügelpumpe, mit oder ohne in die Leitung $a$ geschaltetem Akkumulator, geliefert werden. Die Pressluft reisst das am Boden des Kochers angesammelte Wasser in gleicher Weise wie Dampf durch die Röhren $g$ $g^1$ in die Höhe und speit es durch die Halbringe $g^2$ $g^3$ aus, von wo es durch das Gras und den gelochten innern Boden $A^4$ wieder nach unten gelangt. Ein Theil der Pressluft soll fortwährend durch den Regulirhahn $e^1$ und Röhrchen $e$ abziehen, damit im oberen Theil des Kochers geringerer Druck herrscht als im untern, und lebhafter Umlauf des Wassers gesichert wird. Nachdem dieses Waschen eine Stunde gedauert

hat, bläst man das Wasser durch Rohre $F^5$ und $F$ in einen oberen Behälter, oder lässt es durch Rohre $F^5$ und $F^3$ abfliessen und verloren gehen. Diese Waschung wird oft genug wiederholt, um das Espartogras so von anhängender Lauge zu befreien, dass es völlig rein durch die Thür $A^3$ herausgenommen werden kann. Jeder Kocher dieser Art fasst bis 3 Tonnen (etwa 3000 kg) Espartogras.

Die in Figg. 1116 und 1117 mit $m$ bezeichneten Feinmühlen *Taylor's Beating Engines* gehören zu der Klasse, bei welcher der Umlauf des Stoffes von einer am tiefsten unter dem Fussboden befindlichen Punkt des Trogs eingebauten Flügelpumpe bewirkt wird, während die am höchsten Punkt liegende Walze nur zu mahlen hat. Von dieser Walze läuft der Stoff durch einen sackartigen Trog zu der Pumpe, die ihn durch ein Rohr zur Walze zurück- oder, je nach Stellung eines Dreiweghahns, durch ein anderes Rohr in Stoffbütten $n$ der Papiermaschine befördert. Anstelle der Taylor'schen können selbstverständlich auch andere Arten von Holländern benutzt werden.

In mancher neueren Fabrik wird die Sortirung des Grases von Hand dadurch nach Möglichkeit vermieden, dass der gekochte Stoff aus dem Kocher geblasen und dadurch so zerfasert wird, dass er sich bei Verdünnung mit Wasser in Knotenfängen von Wurzeln und harten Theilen befreien lässt.

**460. Wahl des Kochverfahrens.** Es scheint, dass zur gründlichen Lösung der Inkrusten und besonders der kieselsauren Verbindungen, wie beim Stroh, eine Temperatur nöthig ist, die einem Dampfdruck von mehreren Atmosphären entspricht. Man kann wohl bis zu gewissem Grad Temperatur durch Zeit der Einwirkung und Anwendung starker Lauge ersetzen, aber darf dies nicht zu weit treiben, wenn man die Anlage vortheilhaft ausnutzen und guten reinen Stoff erzeugen will.

Die meisten Fabrikanten ziehen stehende Kocher vor, einige erzielen aber auch mit Drehkochern gute Ergebnisse. Es kommt auch weniger darauf an, ob der Kocher sich langsam dreht oder steht, als dass richtige Temperatur, Lauge und Zeit zum Kochen angewendet werden. Viele erfahrene Fabrikanten haben (1893) 2 bis $2^1/_2$ Atmosphären Druck, 4 bis 5 Stunden Kochzeit und 14 bis $14^1/_2$ engl. Pfund weisser kaustischer Soda von 70 Prozent auf den engl. Centner von 112 Pfund Espartogras am besten gefunden.

**461. Papier-Ergebniss des Espartos und seine Bedeutung als Rohstoff.** Der Verfasser hat sich 1873 in den englischen und schottischen Fabriken sorgfältig danach erkundigt, wie viel Papier aus Esparto erhalten wird, und durchgängig ziemlich gleichlautende Zahlen erhalten. 100 Pfund sortirten Grases, wie es in den Kessel gewogen wird, ergeben ohne Zusatz 42 bis 50 Pfund Papier, doch müssen hiervon 3 bis 4 Prozente abgerechnet werden, wenn man unsortirtes Gras in Ballen, wie es gekauft und bezahlt wird, zur Grundlage der Berechnung nimmt.

Wie schon in Abschn. 454 bemerkt, ist die Güte und folglich auch das Ergebniss des Espartos sehr verschieden, je nach der Gegend, aus welcher es stammt, und nach der Sorgfalt, mit der es geerntet wurde. So ist z. B. das beste spanische Gras noch von keinem aus andern Ländern bezogenen erreicht worden. Routledge erhielt damit ein Papier-Ergebniss von 48 bis 49 Pfund für jede 100 Pfund, die in die Kessel gewogen wurden, aber von nur 45 Pfund für jede 100 Pfund im Ballen. Esparto von Algier, die *Alfa*, sowie das von Nordafrika kommende Gras

überhaupt, ergiebt stets weniger. Neuerdings (1893) versicherte der Leiter einer grossen englischen Fabrik, dass man nicht mehr als 40 bis 42 Prozent Papier aus rohem spanischem Esparto und 3 bis 4 Procent weniger aus afrikanischer Alfa erhält. Alfa liefert dadurch weniger, dass sie mehr Wurzeln enthält, die sich nicht weich kochen und ausfallen.

Das Ergebniss kann um mehrere Prozent abnehmen, wenn der gekochte Stoff zu lange ausgewaschen wird, um dadurch etwas Chlorkalk zu sparen.

Man kann aus dem Grase, wie schon seine Zähigkeit sowie seine Verwendung zu Flechtwerk vermuthen lässt, ohne Beimischung anderer Fasern sehr gutes, weisses, kräftiges Buch- und Schreibpapier, ja sogar Briefpapier herstellen, und es wird auch hierzu viel mehr als zu geringeren Sorten, wie Zeitungspapier und dergl., verwendet. Es hat dem Stroh gegenüber den Vortheil einer längern und biegsamern Faser, eines geringern Gehalts an Kieselsäure, bedarf weniger Soda zu seiner Auflösung und ergiebt mehr Zellstoff.

Esparto wurde um etwa 1860 zuerst in grossen Mengen zu Papier verarbeitet und fand solchen Beifall, dass 1871 bis zu 140 000 Tonnen aus verschiedenen Ländern zur Verschiffung kamen. Die in der ersten Ausgabe des Buches 1874 ausgesprochene Befürchtung, dass das durch hohe Preise veranlasste frühzeitige Ernten und Ausreissen zur Vernichtung der Pflanzen und nach und nach zur Verminderung der Zufuhr führen müsse, hat keine Bestätigung gefunden. Die hohen Preise veranlassten nämlich Erforschung und Erschliessung der nordafrikanischen Alfa-Bestände und besonders der algerischen. Eine französische Gesellschaft erhielt dort das ausschliessliche Recht der Ausbeutung vieler Quadratmeilen mit Alfa bedeckten Hochlandes und begann den Bau einer Eisenbahn, die den Seehafen Oran mit dieser Gegend verbinden soll. Im Jahre 1888 wurde durch Gesetz bestimmt, dass Alfa im algerischen »Tell« nur vom 16. Januar bis 15. Mai und auf höher gelegenen Flächen vom 1. März zum 1. Juli geerntet und dabei kein Grab-Werkzeug verwendet werden dürfe u. s. w. Ein grosser Theil der Hochebene, die von der Seeküste nach dem Innern bis 6000′ hoch ansteigt und sich durch Marocco, Algier, Tunis, Tripolis bis zur Sahara erstreckt, ist mit Alfa in solchen Mengen bedeckt, dass der Vorrath als unerschöpflich gelten kann.

Algier begann 1863 mit Ausfuhr von Alfa und versendete 1870 schon 33 000, 1879 sogar 110 000 Tonnen. Der Werth der jährlichen Ausfuhr von durchschnittlich 80 000 Tonnen wird auf Lstr. 400 000 (8 000 000 Mark) geschätzt. Während im Anfang spanische im Ernten von Esparto geübte Leute nach Algier gebracht werden mussten, wird diese Arbeit seit mehreren Jahren ausschliesslich von Eingeborenen besorgt. Dieselben erhalten für das Einsammeln von je 100 kg etwa $1^1/_2$ bis 2 Franken und können es täglich bei zehn Stunden Arbeit bis auf 3 bis 400 kg bringen, erreichen dies aber selten. Algier allein soll nach Herstellung guter Verbindungen imstande sein, jährlich 400 000 Tonnen zu liefern.

Tunis, welches 33 000 Tonnen im Jahre 1879 versendete, bringt jetzt weniger auf den Markt. Tripolis lieferte 1881 bis 1885 jährlich etwa 80 000, später nur etwa 75 000 Tonnen, Marocco vom Hafen Mogador nur etwa 3 bis 4000 Tonnen.

Gegen 30 000 Tonnen werden zu Matten, Korb- und Seilerwaaren verarbeitet, alles Uebrige zu Papierstoff und zwar beinahe ausschliesslich in Grossbritannien.

Die Einfuhr nach Grossbritannien betrug:

| 1887 | 1888 | 1889 | 1890 | 1891 | 1892 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 199 750 | 247 936 | 215 723 | 217 028 | 212 666 | 212 967 | Tonnen. |

Nach einer in den letzten Jahren angestellten Rechnung liefern die Haupt-Bezugsländer hierzu etwa folgende Antheile:

| Algier | Spanien | Tripolis | Tunis | |
|---|---|---|---|---|
| 36 | 28 | 26 | 10 | Procent. |

Von all diesen Ländern kann Esparto am billigsten nach England versendet werden, weil dieses Land Kohlen, Eisen- und andere Waaren nach Spanien und Nordafrika sendet, und die Schiffe gern irgend welche Fracht zur Rückfahrt annehmen. Sogar das nahegelegene Frankreich hat höhere Bezugskosten für Esparto als Grossbritannien. Letzteres Land hat auch billige Kohlen, Chemikalien sowie vor allem die zur Verarbeitung von Esparto nöthige Erfahrung, welche den kontinentalen Staaten abgeht. Während sich der Verbrauch von Esparto neben der stets wachsenden Einfuhr von Holzschliff und Zellstoffen beinahe unverändert in England und Schottland erhält, wurde in Deutschland und Frankreich trotz vieler, besonders in letzterem Lande aufgewendeter Bemühungen kein günstiges Ergebniss damit erzielt. Von sachverständiger Seite wurde die Vermuthung ausgesprochen, dass man in diesen Ländern die Bildung von Faserkügelchen oder Schrot nicht zu verhindern verstand. In den Papierfabriken dieser Länder werde in Holländern gebleicht, die den Stoffumlauf nur mit Schaufelrädern hervorbringen, während zur Verhütung der Schrot-Bildung beständiges Ausziehen zwischen Walze und Grundwerk nöthig sei. Die Versuche waren thatsächlich nirgends erfolgreich und sind seit Einführung des Sulfitverfahrens zur Herstellung von Zellstoff aus einheimischem Holz aufgegeben worden.

Die Verarbeitung von Esparto ist in der Hauptsache auf Grossbritannien beschränkt und scheint dort auch den Wettbewerb der billigeren Holz- und Strohzellstoffe zu ertragen. Infolge dieses Wettbewerbs ist Esparto in England allerdings erheblich billiger geworden und kostet jetzt (1893) $3^1/_2$ bis 6 Lstr. die Tonne, während noch vor wenigen Jahren $4^1/_2$ bis 8 Lstr. bezahlt wurden. Die baumwollige, dickgriffige und doch kräftige Beschaffenheit der besseren englischen Papiere ist zweifellos der Verwendung von Esparto zuzuschreiben. Der daraus hergestellte Stoff ist biegsam, glänzend, rein, widerstandsfähig und liefert namentlich dickeres Papier bei gleichem Gewicht als andere Stoffe. Die Güte des daraus hergestellten Papiers gleicht anscheinend den höheren Preis des Rohstoffs aus.

Nur bessere Papiersorten können jedoch höhere Preise der Rohstoffe ertragen, da sich nur bei solchen höhere Preise für bessere Erzeugnisse erzielen lassen. Wie geschliffenes Holz und Holzzellstoff in anderen Ländern an die Stelle der Lumpen getreten sind, werden diese Stoffe bei Massen-Erzeugnissen, wie Zeitungsdruck, das Espartogras in England immer mehr verdrängen. In den Jahren 1892 und 93 war Fichten-Sulfitstoff zeitweise schon so billig, dass einige englische Papierfabriken denselben anstelle des bisher selbst hergestellten Espartostoffes benutzten und ihre Anlagen stillstehen liessen. Solche Marktverhältnisse können und werden wiederkehren und den Preis des Espartos herabdrücken oder dessen Verwendungsgebiet weiter einengen.

# THEIL VI.

## HOLZ.

a) HOLZSCHLIFF.
b) DAMPFHOLZSCHLIFF.
c) HOLZZELLSTOFF (NATRON-, SULFAT- u. SULFITVERFAHREN).

### a) HOLZSCHLIFF.

**462. Geschichte.** Verf. hat den Erfinder der Holzschleiferei, F. G. Keller, zwischen 1884 und 1889 mehrmals in Krippen an der Elbe besucht, wo derselbe im eigenen Hause eine mechanische Werkstatt hat und besonders Messkluppen zum Ausmessen roher Holzstämme herstellt. Seine Mittheilungen und Aufzeichnungen liegen der ausführlichen Lebensbeschreibung zu Grunde, welche in Nrn. 40, 41, 42 der Papier-Zeitung von 1885 erschien. Er wurde am 27. Juni 1816 zu Haynichen i. Sachsen geboren, wo sein Vater Webermeister und Blattbinder war. Er lernte dessen Handwerk und verlegte sich mit jugendlichem Eifer aufs Erfinden, bemühte sich z. B. 8 Jahre lang mit der Ermittlung eines Perpetuum mobile. Im Jahre 1840 las er, dass man Stoffe ausfindig machen müsse, welche die immer mehr mangelnden Hadern beim Papiermachen einigermaassen ersetzen könnten, und der Gedanke, solche zu suchen, verliess ihn nicht mehr. Er wurde aufmerksam auf alles, was zur Lösung führen konnte, und so auch auf die aus Holzfasern gebauten Wespen-Nester, welche ihn darauf führten, Papierfasern aus Holz herzustellen. Er erzählt seine weiteren Bemühungen mit folgenden Worten:

Ich glaubte dies dadurch zu erreichen, dass ich Sägespäne oder anderes gröblich zertheiltes Holz in starker Sodalauge kochte, um die durch Harztheilchen zusammengehaltenen Fasern zu trennen. Das Verfahren entsprach jedoch meinen Erwartungen nicht, weil die einfache Siedehitze nicht zur Lösung ausreichend ist, wie auch spätere, von Anderen bei der Zellstoff-Bereitung gemachten Erfahrungen beweisen. Eine Erinnerung aus meiner Kindheit brachte mich endlich auf den richtigen Weg. Es fiel mir nämlich ein, wie ich als Knabe mit vielen Altersgenossen zur Kirschenzeit als Spielerei aus Kirschkernen kleine Ketten gemacht hatte. Das Verfahren bestand einfach darin, dass etwa in die Mitte der flachen Seite eines kleinen Brettchens eine, der halben Stärke eines Kirschkernes entsprechende Vertiefung gemacht wurde, in welche man den Kern legte, und dann dessen hervorstehende Hälfte auf der Fläche eines rauhen, vorher mit Wasser begossenen Steines abrieb. Mit der anderen Seite des Kirschkernes wurde ebenso verfahren, bis auf beiden Seiten eine Oeffnung in der harten Schale entstanden war, so dass man einen Faden durch den Kern ziehen und ihn aufreihen konnte. Bei diesem Abschleifen des Kernes war es nicht zu vermeiden, dass auch die Fläche des hölzernen Brettchens mitgetroffen und abgeschliffen wurde; und dadurch bildete sich, bei spärlichem Begiessen des Steines, nach einiger Zeit aus abgeschliffener Kernmasse und Holz eine weissliche Masse, die nach längerer Pause bei Luft und Sonnenschein auf dem Stein trocknete und sich dann in

blattartiger Gestalt ablöste. Ich machte Anwendung von dieser Erfahrung meiner Kindheit, indem ich sofort mit Versuchen begann. Ich reinigte einen vorhandenen gewöhnlichen kleinen Schleifstein, der zum Schleifen der Werkzeuge diente, nebst Trog sorgfältig vom Schmutz, füllte letzteren mit Wasser und fing an zu schleifen, indem ich mit der einen Hand ein Stückchen geeignetes Holz fest an den Stein drückte, und mit der anderen Hand den Stein drehte. Bald fing das Wasser an sich zu trüben, und als es das Aussehen von dicker Milch erreicht hatte, hörte ich auf, leerte den Trog in ein anderes Gefäss und liess die Masse, weil meine Kraft ziemlich erschöpft war, kurze Zeit ruhig stehen. Während dieser Zeit hatte sich der Stoff etwas gesetzt, ich goss das klare Wasser ab und übergab die dadurch etwas dicker gewordene Masse meiner Frau zum Kochen, weil ich der Meinung war, dass dies zur Lösung der Fasern nöthig sei. Dann ging ich ungesäumt wieder zu meiner unterbrochenen Berufsarbeit, um das Versäumte möglichst einzubringen. Beim beginnenden Abendessen nahm ich das Gefäss mit dem Stoff wieder zur Hand und quirlte denselben etwas stark, so dass dadurch von der Masse etwas heraus auf das doppelt aufliegende Tischtuch spritzte. Das Wasser wurde sofort vom Tischtuch aufgesogen; ich löste den obenauf liegenden nassen Stoff behutsam mit dem Messer ab, presste ihn zunächst in den Blättern eines Buches und steckte ihn mit Nadeln an den Ofen zum Trocknen. Er war sehr bald trocken, ich glättete ihn noch ein wenig, und das erste Stückchen reinen Holzpapiers, in Grösse eines Zehnmarkstückes, war noch vor dem Abendessen fertig. Wie ich mich darüber freute, vermag ich nicht zu schildern, und erwähne nur, dass ich die darauf folgende Nacht vor freudiger Aufregung nicht geschlafen habe. Später brachte ich dieses mir werthvolle Stückchen Papier, welches ich heut noch habe, mit einem Stückchen des Wespennestes, welches mich darauf leitete, unter Glas und Rahmen, um es zum Andenken besser aufbewahren zu können.

Jetzt hatte ich zwar einen Stoff gefunden, der sich nach dem vorliegenden Ergebniss zum theilweisen Ersatz der Hadern eignen durfte, wusste aber nicht, wie grössere Blätter als das erwähnte kleine Stückchen Papier daraus zu formen seien. Ich hatte nämlich bis dahin noch keine Papiermühle gesehen und wusste nur soviel von der Fabrikation, dass zum weitern Verarbeiten des fertiggemahlenen Papierstoffes Formen, Filze, Pressen und dergleichen gebraucht wurden. Wie und woher diese zu beschaffen waren, wusste ich nicht. Zunächst wendete ich als kleine Form ein Stückchen Webeblatt an, d. h. einen kleinen Holzrahmen mit nahe zusammen senkrecht und parallel eingesetzten Blechstreifen, auf welchen ich den verdünnten Holzstoff goss. Durch die Nieten des Webeblattes, d. h. zwischen den Blechstreifen, lief das Wasser leidlich durch, so dass ich den zurückgebliebenen Stoff auf angefeuchtete, entsprechend grosse Tuchlappen abdrücken konnte, die ich aus einem alten Rock geschnitten hatte. Mit Hilfe von 11 solcher Lappen machte ich ein »Puscht« von 10 Blatt, die allerdings nur die ungefähre Grösse der Hälfte eines Fünfmarkscheines hatten. Dieses Puscht presste ich dann in einer Hobelbank aus. Die Versuche fielen, da ich den Stoff aufgoss, nicht zu meiner Zufriedenheit aus, und ich unternahm es desshalb, Bogen von der Grösse eines Viertelbogens Schreibpapier mit geeigneteren Hilfsmitteln zu machen.

Da ich jedoch, wie erwähnt, nicht wusste, wie eine Papierform beschaffen war, so fertigte ich einen Rahmen aus schwachem Bandeisen an, legte über beide Seiten so viele Stränge schwachen Messingsdrahts, als in einem Bogen Büttenpapier sichtbar waren, und zog Querdrähte durch, so dass diese Form ganz leidlich ausfiel. Noch immer fehlte mir aber der Formdeckel, und ich wusste nicht, wie ein solcher aussah, fand aber bald, als das Schöpfen sehr schlecht ging, dass damit ein die Form umschliessender Rahmen gemeint sein müsse. Als ich desshalb einen Rahmen nach meinem Gutdünken verfertigt hatte, ging es auch wirklich um Vieles besser.

Zu diesem Format hatte ich ebenfalls 11 Filze aus einem alten Tuchrock geschnitten. Als Presse benutzte ich, da ich eine solche nicht hatte, einen vom oberen Gautschbrett bis zur Stubendecke reichenden Pfahl, legte an der Decke ein Stück Brett unter und trieb dann mit dem Beil den Pfahl am obern Ende soweit an, als die nöthige Pressung erforderte. Auf diese Art habe ich 80 solcher Bogen gemacht, worunter auch einige Puscht farbige Blättchen waren.

Wie schon erwähnt, benutzte ich zum Holzschleifen, in Ermangelung eines anderen zuerst einen ganz feinkörnigen Werkzeug-Schleifstein; da aber mit diesem nicht viel Stoff fertig wurde, so hatte ich mir einen kleineren, aber grobkörnigeren verschafft, den ich auf der Drehbank, in einem Kasten gehend, anbrachte. Während ich nun die letztgenannten Gegenstände wie die Form und dergleichen anfertigte, schliff meine Frau immer Stoff.

Diese dritten Proben waren schon bedeutend besser ausgefallen, und es kam mir jetzt vor allem darauf an, mich darüber zu unterrichten, wie sich der Werth des Stoffes im Vergleich zum Lumpenpapierstoff und folglich der Nutzen herausstelle. Ich ging daher nach Lossnitz bei Freiberg, als der meinem Wohnort zunächt gelegenen Papiermühle, und gewann dort bald die Ueberzeugung, dass Holzstoff um vieles billiger zu beschaffen sei als Lumpenstoff. Dadurch

ermuthigt, hielt ich die Sache nicht mehr so geheim und zeigte Proben an mir bekannte intelligente Leute, auf deren Hilfe ich zur Fortsetzung grösserer Versuche hoffte. Meine Hoffnungen waren jedoch vergebens, und schliesslich wendete ich mich mit einem Gesuch um Unterstützung an das Königl. Sächsische Ministerium. In dem darauf erhaltenen Bescheid war zwar mein Streben lobend anerkannt, allein mein Gesuch um Unterstützung konnte keine Berücksichtigung finden, weil die Sache noch zu unfertig vorliege. Zudem sei es auch nicht räthlich, zu grösseren Versuchen eine neue Anlage zu schaffen, da man bestehende dazu benutzen könne. Gleichzeitig wurden mir mehrere Papiermühlen dazu vorgeschlagen. Dies war zwar ganz richtig, ich fand es aber nicht in meinem Interesse, einen zu erbauenden grösseren Schleifapparat nach einem solchen Platz zu bringen, und dort vor aller Augen zu experimentiren. Im günstigsten Falle hätte ich dann zusehen können, wie er von Anderen nachgeahmt wurde, ohne dass ich für meine Mühen uud Zeitaufwand die geringste Entschädigung gefunden hätte, da ich nicht durch Patent geschützt war. Ich zog daher vor, einen solchen Apparat nur so gross zu bauen, dass zwei Menschenkräfte imstande waren, ihn iu Betrieb zu setzen. Der Stein hatte 1 Elle-Durchmesser und war 12″ breit. Das Gestell machte ich von Holz, oben auf den Stein wurde in einem angebrachten Behälter das Holz mit Hebel und Gewicht an den Stein gepresst, den unterhalb angebrachten Kasten füllte ich mit Wasser, und das Schleifen konnte beginnen.

Das Schleifen ging sehr schwer, denn ich und meine Frau, die mir treulich zur Seite stand, konnten nur unter Anstrengung und mit öfteren Pausen den Apparat in Betrieb setzen. Da ich am Tage keine Zeit hatte, so konnten auch nur die Nächte dazu verwendet werden, und es hat deren viele bedurft, ehe ich eine entsprechende Menge Stoff zusammenbrachte. Die darin befindlichen Splitter entfernte ich mittels Siebes. Diesen nun fertigen Stoff schaffte ich, möglichst abgelaufen (entwässert) und in ein Fass verpackt auf die Papiermühle zu Alt-Chemnitz, wo ich ihn, mit Beimischung von $^1/_3$ Hadernpapierstoff, zu Papier formen liess. Ich erhielt daraus etwas über 6 Ries grosses Schreibformat, welches ich dann auf einer Satinirmaschine in einer Druckerei in Haynichen glättete. Dies war also das erste mit Holzstoff gemischte Papier in grossem Format. Ein Theil desselben wurde zum Druck des dortigen Frankenberger Kreisblattes vom Oktober 1845 verwendet, wovon noch Exemplare vorhanden sind.

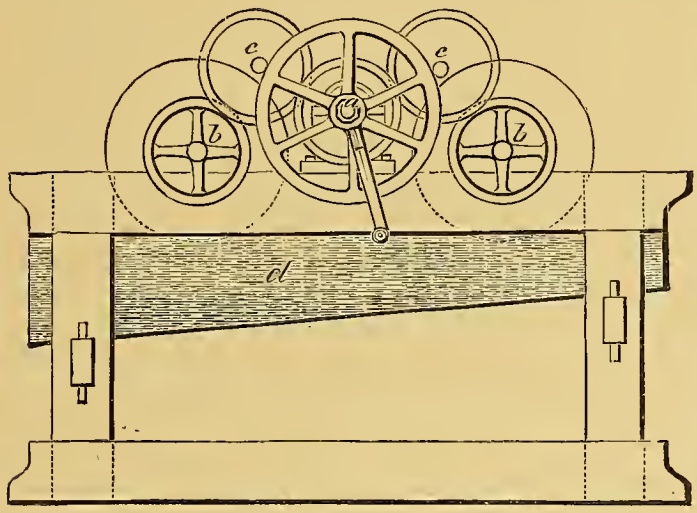


Fig. 1120.

Um die Splitterbildung zu verhindern, machte ich später weitere Versuche, bei denen das zu schleifende Holz nicht in gespaltenem Zustande, sondern als vom Stamme abgeschnittene Cylinder dem Stein zugeführt wurde, und zwar in der Weise, dass ich durch den Cylinder in der Längenrichtung ein etwa zollweites Loch bohrte, in welches eine scharf vierkantige Welle geschlagen wurde. Ein Ende dieser Welle war mit einem Kurbelzapfen, das andere mit einem gewöhnlichen Lagerzapfen versehen, und sie wurde von der Welle des Steines aus mittels konischer Rädchen und Schneckengetriebes in Bewegung gesetzt.

In Fig. 1120 ist dieser Holzschleifer nach der Skizze des Erfinders dargestellt. Die aussen mit Kurbel versehene Haupttriebwelle ist mit *a* bezeichnet. Die beiden Schleifsteine *b b* werden durch Zahnräder von der Welle *a* aus in Umdrehung versetzt. Die zu schleifenden runden Hölzer wurden ausgebohrt und auf Wellen *c* gekeilt, die ihrerseits in Armen ruhen, die lose auf der Welle *a* sitzen und nach Bedarf belastet werden, um das Holz gegen die Schleifsteine zu pressen. Der Trog *d* ist derart mit Wasser gefüllt, dass die Schleifsteine hinein tauchen und dadurch stets nass gehalten sind.

Die Welle drehte sich mit dem Holze ganz langsam, im Verhältniss zum Stein wie 1 zu 200, so dass dem Stein stets eine kleine Angriffsfläche ohne Kante geboten war. Da sich die Welle mit dem Holz in derselben Richtung wie der Stein bewegte, so kamen die zum Theil, aber noch nicht ganz, abgerissenen Fasern bei der Umdrehung des Holzes nur langsam wieder mit der Steinfläche in Berührung. Dieser Stoff war ganz ohne Splitter und langfaseriger als der nach ersterer Methode geschliffene. Ich brauchte zum Betriebe bedeutend weniger Kraft, allein es wurde auch nicht so viel fertig, ausserdem blieb vom Holze stets der mittlere Rest in Gestalt eines Cylinders von 2 bis 3 Zoll Stärke übrig, der allerdings noch werthvoller war als die Massen früher abgerissener Splitter. Ich selbst habe dies Verfahren nicht weiter verfolgen können, und Andere nahmen, da ich es nicht als gründlich untersucht bezeichnen konnte, keine Notiz davon.

Wenn ich nun bis hierher in meiner Erzählung weitschweifiger geworden bin als wohl nöthig wäre, so geschah es, um ein ausführliches Bild meiner früheren Thätigkeit zu geben, und besonders alles dessen, was mir in meinem Streben, einen neuen Papierstoff zu schaffen, Anleitung gab. Es ist mir, bei meiner damaligen völligen Unkenntniss der Papierbereitung und unter anderen sehr erschwerenden Verhältnissen, nicht leicht geworden, es bis zu diesen Anfängen zu bringen.

Nachdem es mir nun, wie erzählt, gelungen war, einen billigeren, wenn auch keinen völligen Ersatzstoff zu finden, wollte ich auch Nutzen daraus ziehen und bemühte mich desshalb vielfach, einen Theilhaber mit den nöthigen Mitteln zu finden, doch vergebens. Um nun während dieser längeren Zeit neben meinen Berufsarbeiten in der gefundenen Richtung nicht unthätig zu bleiben, unternahm ich es, aus den Fasern der Rinden des Fichtenholzes, welche bekanntlich zur Lohe verwendet werden, Papier zu machen. Ich konstruirte mir einen kleinen Dampfapparat, mit welchem ich den in der Rinde enthaltenen Gerbstoff auszog und die verbleibende Faser zu Papier formte, welches zwar von bräunlicher Farbe, doch sehr fest war. Der Loh-Extrakt, bis zur Trockenheit abgedampft, war sowohl zum Gerben wie zum Färben gut verwendbar. Dieses Verfahren wurde mir patentirt, doch habe ich später keinen besonderen Nutzen daraus ziehen können, weil der Betrieb nur während der Saft- oder Schälzeit der Stämme von Vortheil war, wo sich die äussere Borke leichter und sicherer von dem Bast trennen lässt.

Bei der Aussichtslosigkeit, je einen Theilhaber zu finden, entschloss ich mich, mit dem wenigen Kapital, das mir mein Vater bieten konnte, irgendwo eine kleine Anlage zu begründen, und wandte mich zunächst nach der Gegend von Schwarzenberg, wo nächst Holzreichthum auch billigere Wasserkräfte zu haben sein sollten. Nach zweitägigem Umhersuchen fand ich leider nichts, was meinen Verhältnissen entsprochen hätte, und kehrte missmuthig wieder nach Hause zurück.

Einige Zeit darauf pachtete ich in Kühnhaide bei Marienberg die dortige Papiermühle, welche zwar in grösserem Reparaturbau begriffen war, in kurzer Zeit aber zum Betriebe fertig sein sollte. Schon im November 1845 übersiedelte ich dahin, leistete entsprechende Kaution, übernahm Arbeitsutensilien und Vorräthe käuflich und hätte anfangen können zu arbeiten, wenn erwähnter Reparaturbau vollendet gewesen wäre. Die Bauleute aber wollten, weil sie keine genügende Bezahlung erhalten hatten, die Arbeit einstellen. Der Eigenthümer des Grundstücks, welcher 10 Stunden davon wohnte, kam, trotz mehrmaligen Versprechens, nicht zur Stelle. Es blieb mir daher nichts übrig, als die verlangte Bürgschaft zu leisten, damit ich durch Fertigstellung des Baues zum Anfang kommen konnte. Allein, schon einige Wochen darauf wurde der Eigenthümer zahlungsunfähig, und es trat sofort gänzlicher Stillstand ein.

Da meine wenigen Mittel zum grössten Theil zum Ankauf der Arbeitsgeräthe, Vorräthe und Kaution verwendet waren, so wusste ich nicht, was weiter zu beginnen.

In diesen Zweifeln verging der Winter, und es nahte die Zeit, wo das Grundstück zur Versteigerung kommen sollte. Ein Freund war erbötig, mich mit etwas Kapital zu unterstützen, mein Vater und noch einige andere Gönner gaben dazu, was ihnen möglich war, und so unternahm ich es, das Grundstück für ziemlich 4000 Thaler zu erwerben. Nachdem ich die nöthige Anzahlung geleistet hatte, vollendete ich den unterbrochenen Reparatur-Bau; es fand sich jedoch dabei mehr zu thun als in Aussicht genommen war. Dadurch und den Verlust meiner Kaution, sowie die Bezahlung des Betrags, wofür ich Bürgschaft geleistet, wurden meine wenigen verfügbaren Mittel so geschwächt, dass ich noch nicht daran denken konnte, grössere Einrichtung zum Holzschleifen zu treffen. Während ich mich abermals nach fremder Hilfe umsah, fügte es der Zufall, dass ein Stückchen eines in dieser Absicht auf reines Holzpapier an einen Verwandten geschriebenen Briefes Herrn Heinrich Voelter, damals Direktor der Bautzener Papierfabriken, zu Händen kam. Derselbe schrieb mir am 13. Mai 1846, er würde, wenn er sich von der praktischen Anwendung überzeugte, nicht abgeneigt sein, mir diese Neuheit abzukaufen, oder mich in einer seiner Fabriken anstellen. Letzteres konnte ich wegen des Besitzes meines Grundstückes nicht annehmen, und war daher gern für Ersteres geneigt. Auf desshalb erfolgte Einladung reiste ich zu ihm, zeigte

ihm weitere Proben, hatte auch von Hause den ganz kleinen Schleifstein, mit welchem ich die ersten Versuche gemacht hatte, mitgenommen, um, wenn nöthig, meine Angaben zu beweisen. Nach erfolgter erster Besprechung, wobei ich Herrn Voelter nur mittheilte, dass der wesentlichste Theil zur Erzeugung des Holzstoffes höchst einfach sei, und meine sonstigen Angaben ihm genügten, wurde mir von ihm ein abgesonderter Raum mit Triebkraft zur Verfügung gestellt, in welchem ich meine Vorbereitung traf.

Sehr spät abends damit fertig, begann in Gegenwart Herrn Voelters, nachts um die zwölfte Stunde ein halbstündiges Probeschleifen, bei dem ich jedoch den Stein sorgfältig verdeckt hielt. Ich nahm den Stein auch ungesehen wieder zu mir, und der erhaltene Stoff wurde während der Nacht zum Trocknen ausgebreitet. Als sich am andern Tage, wie Herr Voelter selbst offen bekannte, bezüglich Erzeugniss und Qualität meine Angaben noch übertroffen erwiesen, war sein Vertrauen begründet. Herr Voelter, als Fachmann, erkannte den Werth des einfachen Verfahrens vollkommen, weshalb wir auch sehr bald zu einem Vertrag gelangten.

Es lag nun in unserm beiderseitigen Interesse, dafür zu sorgen, dass das Verfahren, solange es nicht durch Patent geschützt war, auch nicht bekannt wurde, weshalb ich auch auf meinem Grundstück die Einrichtung dazu unterliess. Es vergingen ziemlich zwei Jahre, ehe die nachgesuchten Patente ertheilt wurden. Herr Voelter widmete sich nun mit ungetheilter Kraft der weiteren Verfolgung der Sache, erzielte auch mit seinen neu hergerichteten Maschinen zufriedenstellende Resultate und war dann bemüht, dieselben zu verwerthen. Dies war jedoch mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Denn die dagegen gefassten Vorurtheile liessen sich nur allmälig durch Gegenbeweis bekämpfen, was natürlich unermüdliche Ausdauer erforderte und mit bedeutenden Opfern an Geld und Mühe verbunden war. Die meisten Landespatente wurden damals unter der Bedingung ertheilt, dass die Erfindung binnen Jahresfrist in den betreffenden Ländern zur Ausführung gebracht würde, und dies zu bewirken, nahm Voelters volle Kraft in Anspruch.

Unter solchen Verhältnissen war aber an einen Gewinn nicht zu denken; es trat sogar der Fall ein, dass eine Fabrik, in deren Räumen die Einrichtung aus beregtem Grunde unentgeltlich ausgeführt worden war, nach einiger Zeit erklärte, nichts mehr davon wissen zu wollen; und nun obendrein noch Entschädigung verlangte. Auch erschwerten die damaligen revolutionären Zeitverhältnisse die Einführung sehr wesentlich.

Der erwähnte Voelter-Keller'sche Vertrag ist in Nr. 42 der Papier-Zeitung von 1885 vollständig abgedruckt. Er brachte dem Erfinder nur wenige Hundert Mark ein und wurde werthlos, als nach 5 Jahren die von den deutschen Staaten ertheilten Patente erneut werden mussten. Voelter bot Keller an, ihn weiter theilnehmen zu lassen, wenn er die Kosten dieser Verlängerung zur Hälfte tragen wolle. Da Keller hierzu keine Mittel besass, so musste er darauf verzichten und Herrn Voelter die Ausbeutung der Erfindung allein überlassen.

Von diesem Zeitpunkt, eigentlich vom Juni 1846 an hatte Keller mit der Erfindung nichts mehr zu thun, sie wurde von Heinrich Voelter auf die heutige Stufe gebracht. Seiner unermüdlichen Thätigkeit, seiner Ausdauer, den von ihm gebrachten Geldopfern danken wir es, dass der Keller'sche Kern rasch zu einem grossen Industriezweig ausgebildet wurde. Wenn man von der Erfindung der Holzschleiferei spricht, sollte man desshalb Heinrich Voelter mit Keller zugleich nennen, und es kann unerörtert bleiben, wer den grössten Antheil daran hat. Von 1846 an ist die Geschichte der Holzschleiferei die Geschichte Heinrich Voelters.

Seinen besseren technischen Kenntnissen und seiner unermüdlichen Thätigkeit gelang es, aus der Verwerthung der Erfindung, besonders in Amerika, wo A. Pagenstecher dieselbe einführte, grossen Gewinn zu ziehen.

Keller aber erhielt daraus nur folgende Beträge:

Bei Abschluss des Vertrags vom 20. Juni 1846 von Heinrich Voelter 450 M.

Die laut Vertrag nach gutem Erfolg ferner zu zahlenden 1650 M. wurden beglichen durch baare Zahlung Voelter's von 1200 M.

Ums Jahr 1870 erhielt Keller, in Anerkennung seines Verdienstes um die Papier-Industrie, von der Thode'schen, Dresdner und anderen Papierfabriken ein Geschenk von 4800 M.

Bei der Generalversammlung des Vereins Deutscher Holzstoff-Fabrikanten 1881 zu Schwarzenberg wurde Keller zum Ehrenmitglied ernannt und ihm eine silberne mit Goldstücken gefüllte Dose überreicht. Das Geschenk betrug etwa 3000 M.

Als das Patent der Vereinigten Staaten nach 17 Jahren abgelaufen war, bemühten sich die derzeitigen Inhaber und Interessenten, vom Kongress eine Verlängerung desselben zu erwirken. Da in den Vereinigten Staaten nur der wirkliche Erfinder Anspruch auf Patent hat, so suchte die Gegenpartei, welche diesen Versuch vereiteln wollte, ein Zeugniss Keller's zu beschaffen, und erhielt ein solches. Aber auch die Interessenten des Voelter'schen Patentes wussten Keller zu einer notariellen Erklärung anderen Inhalts zu veranlassen. Die Bemühungen der Letzteren in Amerika waren vergeblich, aber sie hatten für Keller die günstige Wirkung, dass geschäftstüchtige Freunde ihm für seine Beihilfe eine Zahlung erwirkten in Höhe von 12000 M.

Mit diesem Gelde erwarb er Haus und Grund in Krippen, kam aber Ende 1892 wieder in Bedrängniss und bat um Hilfe. Eine vom Verfasser dieses Buches und Herausgeber der Papier-Zeitung veranstaltete Sammlung ergab soviel, dass seine bescheidenen Bedürfnisse voraussichtlich dauernd damit befriedigt werden können. Die Beiträge wurden nach Nrn. 41 und 46 der Papier-Zeitung von 1893 aus folgenden Staaten eingesandt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Vereinigte Staaten von Amerika . . . . | 5059 | M. | — Pf. |
| Schweden-Norwegen . . . . . | 3522 | „ | 58 „ |
| Oesterreich-Ungarn . . . . . | 2735 | „ | 50 „ |
| England . . . . . | 444 | „ | 30 „ |
| Finnland . . . . . | 392 | „ | 99 „ |
| Russland . . . . . | 370 | „ | — „ |
| Rumänien . . . . . | 200 | „ | — „ |
| Italien . . . . . | 80 | „ | — „ |
| Deutschland . . . . . | 7833 | „ | 53 „ |
| | 20637 | M. | 90 Pf. |

Das in Fig. 1121 gegebene Brustbild ist nach einer 1884 gemachten photographischen Aufnahme angefertigt und zeigt Keller im Alter von 68 Jahren.

Nachdem Heinrich Voelter die Papierfabrik seiner Eltern zu Heidenheim a. d. Brenz in Württemberg im Verein mit seinem Bruder übernommen hatte, baute er zunächst einen Schleifstein, auf welchen das Holz in einem obenauf angebrachten Kasten, zuerst mit direkter, dann mit Hebel-Belastung gepresst wurde. Um die Steine leistungsfähiger zu machen, wurden später mehr Pressen um einen Stein gesetzt und der Vorschub des Holzes in regelmässiger Weise durch Schraubenspindeln bewirkt. Zur Trennung der feingeschliffenen von den groben Theilen des geschliffenen Holzes wurde dasselbe von Anfang an mit viel Wasser gemischt, und auf mit Sieb überzogene Cylinder geleitet, welche die feinen Theile durchliessen und die groben aussen zurückhielten. Diese groben Theile konnte man nicht nochmals schleifen und daher nicht in Holzschliff verwandeln, bis dies Voelter's Mitarbeiter, dem Maschinenfabrikanten J. M. Voith in Heidenheim, gelang. Derselbe fasste, als er in einer Mühle die durch Mahlen von Kreide in nassem Zustande

erhaltene Masse sah, den Gedanken, dass sich nasses geschliffenes Holz ebenso mahlen lassen müsse. Er brachte Proben der sogenannten dritten Sorte Holzschliff mit, liess dieselben durch den Mahlgang gehen und erhielt sofort befriedigende Ergebnisse. Hieraus entstand die Feinmühle (Raffineur), auf welcher die zu grob gebliebenen Theile des Holzes in ähnlicher Weise wie Getreide fein gemahlen werden.

Fig. 1121.

F. G. Keller (1884), Erfinder der Holzschleiferei.

**463. Geeignetes Holz.** Durch vieljährige Erfahrung hat man gelernt, welche Baumarten und welchen Alters sich am besten zu Holzschliff eignen.

Je älter die Bäume, desto fester und härter werden die Inkrusten. Schliff aus altem Holz ist daher grob und bröckelig, besonders wenn das Holz schon lange geschlagen ist und Zeit gefunden hat, sich noch weiter zu verhärten. In frisch geschlagenem Holz befinden sich noch viele frische Säfte, welche die Steine und durch ihre weichen Harzstoffe die Siebe verschmieren. Das gefällte Holz sollte daher mindestens einige Monate lagern, ehe es geschliffen wird. Um es dabei frisch zu erhalten, bewahren es viele Schleifer unter Wasser auf, wodurch jedoch das Holz härter wird, und seine Weisse etwas leidet.

Da die Stämme eine Dicke von mindestens 12 cm haben müssen, um geeignete Stücke zum Schleifen zu liefern, so ist damit deren allzu grosser Jugend eine Grenze gesteckt. In Deutschland hält man Holz von mehr als 60 Jahren Alter nicht für vortheilhaft zum Schleifen, und es wird bei grosser Dicke auch zu theuer, weil es sich dann zu Bauholz eignet. In anderem Klima, wo das Holz langsamer oder rascher wächst, ändert sich diese Altersgrenze.

Verstocktes oder sonstwie krankes oder schlecht gewachsenes Holz muss streng ausgeschieden werden, da es nicht nur kurzen groben Stoff liefert, sondern häufig auch schlechte Farbe hat und den anderen Schliff mit verdirbt.

Die Schleiferei fördert die Forstwirthschaft, indem sie ihr die dünnen Stämme abnimmt, die früher als Brennholz verkauft wurden, jetzt aber durch Kohlen, Presstorf usw. aus diesem Verbrauchs-Gebiet verdrängt sind.

Die Papier-Zeitung brachte in Nrn. 83 und 84 von 1888 eine Arbeit des Herrn Kommerzienraths G. Rostosky, Niederschlema, worin er auf Grund von Versuchen den Werth der wichtigsten Holzarten für die Schleiferei zu ermitteln suchte. Die Angaben sind zwar schon 1870 niedergeschrieben, aber nicht widerlegt und dürfen als richtig gelten.

Die bei Rostosky's Versuchen verwendeten Hölzer waren möglichst von gleichem Alter und sämmtlich im Dezember geschlagen. Der zum Schleifen benutzte Stein arbeitete mit 5 Bremsen und einem Gesammtdruck von 934 Pfund bei 142 Umdrehungen in der Minute. Die angewandte Kraft betrug 21,5 Pferde; der Stein war frisch geschärft.

Die Angaben verstehen sich für 1 sächs. Kubikfuss Holz = 0,023 cbm. 1 Pfund = $^1/_2$ kg.

| Holzart | Preis in Groschen | Gewicht ohne Rinde | Zeit zum Schleifen | | Geschliffene Masse, gepresst, in Pfunden | | | | | Summe in Pfunden | Trockengehalt in Procent. | Holzschliff trocken gedacht | Verhältniss zwischen dem Gewicht des Holzes und des daraus erhaltenen Schliffs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Stoff-Ergebniss der Sortir-Cylinder | | | | | | | | |
| | | | Stunden | Minuten | I. | II. | III. | IV. | V. | | | | |
| Ahorn | 10 | 49,6 | 1 | 22 | — | — | — | 50,93 | 3,47 | 54,4 | 49,5 | 26,93 | 1 : 0,543 |
| Buche | 5,5 | 50,5 | — | 45 | — | — | — | 52 | — | 52 | 34,5 | 17,94 | 1 : 0,360 |
| Kiefer | 3,5 | 33,3 | — | 45 | — | 8,7 | — | 20 | — | 28,7 | 40,5 | 11,6 | 1 : 0,350 |
| Birke | 4 | 33,7 | — | 43 | — | — | — | 29,5 | 1,7 | 31,2 | 44,2 | 13,79 | 1 : 0,409 |
| Lärche | 3,5 | 35 | — | 57 | — | 3,77 | 3,09 | 23 | 1,34 | 31,2 | 39,8 | 12,42 | 1 : 0,355 |
| Erle | 4 | 41 | — | 51 | — | 11 | 1,1 | 30,8 | 0,81 | 43,71 | 39,8 | 17,40 | 1 : 0,420 |
| Aspe | 4 | 33 | — | 43 | — | 6,75 | 2,4 | 20,7 | 1,1 | 30,95 | 41,25 | 12,77 | 1 : 0,387 |
| Tanne | 3,5 | 32,35 | — | 45 | 6,2 | 19,4 | — | 15,8 | — | 41,4 | 44,4 | 18,38 | 1 : 0,567 |
| Fichte | 3,5 | 30,5 | — | 49 | 0,26 | 12,4 | — | 24,5 | 1,84 | 39 | 41 | 16 | 1 : 0,524 |
| Linde | 5 | 52 | — | 43 | — | 21 | — | 25,5 | 3,7 | 50,2 | 42,9 | 21,5 | 1 : 0,413 |

Der Verlust, der, nachdem die Hölzer bereits geschält sind, durch Schneiden, Bohren und Schnitzen noch entsteht, betrug bei Fichte 13,6 Procent, Linde 15,8 Procent, Buche 6,2 Procent und Kiefer 10 Procent. Selbstverständlich werden sich aber diese Zahlen ändern, je nachdem man es mit mehr oder weniger ästigen Hölzern zu thun hat.

Die auf den Sortircylindern I bis III obiger Tabelle ausgeschiedene Masse ist zu grob und muss noch auf der Mühle verfeinert werden, während sich der von den Cylindern IV und V gelieferte Stoff zur Umwandlung in Papier eignet.

Die auf Cylindern I II III erhaltenen groben Fasern verhalten sich demnach zu den auf IV und V ausgeschiedenen feinen bei den verschiedenen Hölzern folgendermaassen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kiefer | ungefähr | wie | 1 : 2, |
| Lärche | „ | „ | 1 : 3, |
| Erle | „ | „ | 1 : 3, |
| Aspe | „ | „ | 1 : 2, |
| Tanne | „ | „ | 5 : 3, |
| Fichte | „ | „ | 1 : 2, |
| Linde | „ | „ | 1 : 1. |

Tanne giebt also die gröbsten Fasern.

Mikroskopische Prüfung ergab ungefähr folgende Längen und Breiten der Einzelfasern:

| Holz | Hart oder weich | Breite der Faser in mm | Länge zwischen I. 0,7692 b. 1,0256 | II. 0,5128 b. 0,7692 | III. 0,2564 b. 0,5128 | Bemerkungeu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Buche . . | H. | 0,0128 — 0,0769 | — | — | 1 | ganz feinfaserig. |
| Ahorn . . | H. | 0,0128 — 0,0769 | — | — | 1 | desgl. mit einzelnen Holzplättchen. |
| Birke . . | H. | 0,0128 — 0,0769 | — | — | 1 | desgl. länger als Buche. |
| Linde . . | H. | 0,0256 — 0,0513 | — | 1 | — | zarte feine Faser. |
| Lärche . | W. | 0,0384 — 0,1026 | — | 1 | — | gröb. mit einzelnen starken Fasern. |
| Erle . . . | H. | 0,0513 — 0,1282 | 1 | — | — | starke Fasern. |
| Fichte . . | W. | 0,0256 — 0,0256 | 1 | — | — | feine lange Faser. |
| Tanne . . | W. | 0,0384 — 0,1026 | 1 | — | — | feine Faser m. Holzplättchen. |
| Kiefer . . | W. | 0,1026 — 0,2564 | 1 | — | — | starke Faser. |
| Aspe . . | H. | 0,0256 — 0,0769 | 1 | — | — | feine Faser. |

Papier-Fasern sind nach Seite 1070 um so besser und werthvoller, je länger und dünner, d. h. je geschmeidiger sie sind, und auch Rostosky sagt schon in seiner Arbeit aus 1870: »Je länger und feiner die Fasern sind, desto mehr Festigkeit wird das Papier zeigen.« An erster Stelle in vorstehender Tabelle hat er auch noch angegeben, ob die Faser hart oder weich, d. h. geschmeidig ist. Unter den Hölzern mit längster Faser sind nur Fichte *pinus picea*, Tanne *pinus abies* und Kiefer *pinus sylvestris* weich, und unter diesen hat Fichte die dünnsten Fasern, liefert also den festesten Stoff, und dann folgen Tanne, Kiefer, Aspe, Erle, Lärche, Linde. Die kurzfasrigen, Buche, Ahorn, Birke, erscheinen am ungeeignetsten.

Festigkeit und Geschmeidigkeit sind jedoch nicht allein maassgebend für die Verwendbarkeit einer Holzart. Farbe, Reinheit, Harzgehalt, Verhalten gegen Sonnenlicht und Dauerhaftigkeit fallen bei der Beurtheilung auch mit ins Gewicht, abgesehen vom Preis und den verfügbaren Beständen. Von den drei verbreiteten Nadelhölzern Kiefer, Fichte und Tanne enthält z. B. die Kiefer am meisten, die Tanne am wenigsten Harz, letztere ist auch am weichsten und giebt daher in gleicher Zeit am meisten aus. Holzschliff aus Fichte und Tanne ist heller als der aus Kiefer und Lärche und behält auch seine Farbe bei längerem Lagern, während der aus Kiefer und Lärche seines Harzgehalts wegen leichter nachdunkelt.

Von den Laubhölzern eignen sich nach vorstehend angegebenen Faserlängen und -Breiten Aspe und Erle am besten. Von diesen beiden Baumarten kommt jedoch nur die Aspe, auch Esche oder Zitterpappel *populus tremala*, und diese nur in nördlichen Gegenden, in grossen Beständen vor und wird besonders ihrer weissen Farbe wegen, die sich auch beim Lagern erhält, sehr geschätzt. Sie lässt sich leicht schleifen und liefert daher gute Ergebnisse. Die in den Vereinigten Staaten von Amerika viel verwendeten Pappeln gehören auch zu dieser Gattung.

Linde *tilia* ist meistens zu theuer und in unzureichenden Mengen erhältlich, um als Rohstoff für Holzschliff zu dienen, verändert auch beim Liegen ihre schön weisse Farbe bald in schmutzig grau.

Buche *fagus sylvatica* kommt in manchen Gegenden reichlich vor, findet vielseitige Verwendung, lässt sich aber ihrer Härte wegen so schwer schleifen, dass das Ergebniss im Verhältniss zur aufgewendeten Kraft nur gering ausfällt. Ihre Brauchbarkeit wird hierdurch sowie durch die Kürze ihrer Fasern sehr beeinträchtigt. In einigen Gegenden, wo Nadelholz nicht ausreichend vorhanden ist, wird sie dennoch zu Holzschliff verarbeitet.

Birke *betula alba* ist hart, fein- und kurzfaserig, lässt sich etwas leichter schleifen als Buche, kommt aber nur in wenigen nordischen Gegenden in grossen Beständen vor.

Ahorn *acer pseudoplatanus* liefert weisse feine, wenn auch kurze Fasern, lässt sich aber noch schwerer schleifen als Buche und kommt in den Industrie-Staaten nicht in genügender Menge vor, um Bedeutung für die Papierfabrikation zu erlangen.

Die erwähnten Baumarten fallen überdies sehr verschieden aus, je nachdem sie in kälterem oder wärmerem Klima, auf magerem oder fettem Boden wachsen und auch nach der Pflege, die ihnen gewidmet wird. Es ist auch nicht gleichgiltig, in welcher Jahreszeit das Holz gefällt wird, da der Saft im Frühjahr in den Bäumen hochsteigt, im Winter aber dieselben verlässt. Das im Winter gefällte Holz wird desshalb im allgemeinen vorgezogen, und manche Fabrikanten gehen sogar so weit, dass sie im Frühjahr gefälltes für ungeeignet erklären.

**464. Holzvorrath und -Erzeugung.** Der grosse Bedarf an Holz, besonders Nadelholz, welcher durch Schleiferei und Zellstoff-Fabrikation entstanden ist und noch entsteht, ruft das Bedenken hervor, dass in absehbarer Zeit nicht mehr genug davon zu auskömmlichen Preisen beschafft werden kann, um alle Anlagen in Betrieb zu erhalten. In Deutschland ist etwa die Hälfte des Waldbestandes Eigenthum der Staaten, alle Forsten werden regelrecht bewirthschaftet und stehen unter Aufsicht der Behörden. Ihre Vertheilung ist aus nebenstehender Tabelle ersichtlich.

Danach hatte das Deutsche Reich im Jahre 1883 rund 6 Millionen Hektar Kiefern und rund 3 Millionen Hektar Fichten- und Tannenwald, die hier allein in Rechnung gezogen werden sollen. Der Laubwald, von dem besonders Aspe zu Holzschliff benutzt wird, bleibt unberücksichtigt. Man darf auch annehmen, dass die Waldfläche seit dieser Zeit keine Verminderung erfahren hat, noch erleiden wird, da die Regierungen, besonders die preussische, alljährlich grosse Flächen von Oedländerei aufforsten. Es wird angenommen, dass ein mit Kiefern bewaldeter Hektar bei 60jährigem Umtrieb und mittlerem Boden in Deutschland jährlich 3,1 Fest-

## Statistik der Forsten und Holzungen des Deutschen Reiches.

Bearbeitet vom Kaiserlichen Statistischen Amt 1883.

| Staaten und Landestheile | Im Jahre 1883 waren bestanden mit | | | | | Von je 100 ha der gesammten Forstfläche entfielen daher auf | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Laubholz überhaupt ha | darunter Buchen ha | Nadelholz überhaupt ha | darunter Kiefern (Föhren) ha | darunter Fichten und Tannen ha | Laubholz überhaupt | Buchen | Nadelholz überhaupt | Kiefern | Fichten und Tannen |
| Prov. Ostpreussen | 135 333 | 26 083 | 526 734 | 305 822 | 220 499 | 20,4 | 3,9 | 79,6 | 46,2 | 33,3 |
| „ Westpreussen | 73 022 | 39 113 | 461 826 | 444 489 | 17 246 | 13,7 | 7,3 | 86,3 | 83,1 | 3,2 |
| „ Brandenburg u. Berlin | 96 866 | 29 354 | 1 197 828 | 1 172 656 | 25 107 | 7,5 | 2,3 | 92,5 | 90,6 | 1,9 |
| „ Pommern | 165 528 | 73 706 | 429 301 | 397 162 | 31 913 | 27,8 | 12,4 | 72,2 | 66,8 | 5,4 |
| „ Posen | 72 099 | 6 327 | 511 810 | 500 687 | 10 634 | 12,3 | 1,1 | 87,7 | 85,8 | 1,8 |
| „ Schlesien | 156 332 | 14 945 | 1 000 509 | 810 944 | 187 114 | 13,5 | 1,3 | 86,5 | 70,1 | 16,2 |
| „ Sachsen | 156 748 | 58 681 | 359 702 | 294 880 | 62 453 | 30,4 | 11,4 | 69,6 | 57,1 | 12,1 |
| „ Schleswig-Holstein | 87 379 | 53 105 | 32 311 | 15 539 | 16 441 | 73,0 | 44,4 | 27,0 | 13,0 | 13,7 |
| „ Hannover | 256 452 | 131 288 | 363 709 | 257 225 | 104 376 | 41,4 | 21,2 | 58,6 | 41,5 | 16,8 |
| „ Westfalen | 416 107 | 157 268 | 150 037 | 70 014 | 77 047 | 73,5 | 27,8 | 26,5 | 12,4 | 13,6 |
| „ Hessen-Nassau | 454 932 | 304 406 | 172 592 | 97 472 | 71 592 | 72,5 | 48,5 | 27,5 | 15,5 | 11,4 |
| „ Rheinland | 657 156 | 212 362 | 173 709 | 93 427 | 76 255 | 79,1 | 25,6 | 20,9 | 11,2 | 9,2 |
| „ Hohenzollern | 17 566 | 14 169 | 21 263 | 3 459 | 17 507 | 44,2 | 37,2 | 55,8 | 9,2 | 45,9 |
| **Königreich Preussen** | **2 744 824** | **1 120 807** | **5 401 331** | **4 463 812** | **918 184** | **33,7** | **13,8** | **66,3** | **54,8** | **11,3** |
| Die 3 Reg.-Bez. Franken | 287 892 | 119 662 | 517 299 | 302 952 | 210 353 | 35,8 | 14,9 | 64,2 | 37,6 | 26,1 |
| Uebr. Bayern r. d. Rheins | 170 471 | 51 411 | 1 297 648 | 340 522 | 946 184 | 11,6 | 3,5 | 88,4 | 23,2 | 64,4 |
| Bayern l. d. Rheins | 128 210 | 70 458 | 103 212 | 91 176 | 10 432 | 55,4 | 30,4 | 44,6 | 39,4 | 4,5 |
| **Königreich Bayern** | **586 573** | **241 531** | **1 918 159** | **734 650** | **1 166 969** | **23,4** | **9,6** | **76,6** | **29,3** | **46,6** |
| Königreich Sachsen | 59 887 | 9 760 | 349 133 | 127 435 | 220 620 | 14,7 | 2,4 | 85,3 | 31,1 | 53,9 |
| Württemberg | 250 694 | 134 631 | 349 282 | 53 992 | 295 168 | 41,8 | 22,5 | 58,2 | 9,0 | 49,2 |
| Baden | 300 644 | 133 424 | 252 122 | 70 053 | 180 235 | 54,4 | 24,1 | 45,6 | 12,7 | 32,6 |
| Hessen | 145 759 | 98 162 | 94 935 | 82 469 | 11 601 | 60,6 | 40,8 | 39,4 | 34,3 | 4,8 |
| Mecklenburg-Schwerin | 86 233 | 40 455 | 140 330 | 123 215 | 15 606 | 38,1 | 17,9 | 61,0 | 54,4 | 6,9 |
| Sachsen-Weimar | 35 853 | 18 024 | 57 335 | 33 719 | 23 392 | 38,5 | 19,3 | 61,5 | 36,2 | 25,1 |
| Mecklenburg-Strelitz | 21 597 | 11 610 | 39 514 | 38 055 | 1 126 | 35,3 | 19,0 | 64,7 | 62,3 | 1,8 |
| Oldenburg | 35 029 | 11 290 | 23 872 | 21 007 | 2 564 | 59,5 | 19,2 | 40,5 | 35,7 | 4,3 |
| Braunschweig | 70 303 | 53 214 | 39 592 | 7 825 | 31 548 | 64,0 | 48,4 | 36,0 | 7,1 | 28,7 |
| Sachsen-Meiningen | 25 273 | 11 580 | 78 079 | 29 263 | 48 267 | 24,5 | 11,2 | 75,5 | 28,3 | 46,7 |
| Sachsen-Altenburg | 6 050 | 921 | 30 602 | 21 199 | 9 386 | 16,5 | 2,5 | 83,5 | 57,8 | 25,6 |
| Sachsen-Koburg-Gotha | 16 026 | 7 492 | 42 707 | 8 490 | 32 379 | 27,3 | 12,7 | 72,7 | 14,5 | 55,1 |
| Anhalt | 17 342 | 3 644 | 37 649 | 31 879 | 5 689 | 31,5 | 6,6 | 68,5 | 58,0 | 10,3 |
| Schwarzburg-Sondershausen | 11 711 | 7 987 | 14 267 | 3 454 | 10 802 | 45,1 | 30,8 | 54,9 | 13,3 | 41,6 |
| Schwarzburg-Rudolstadt | 7 240 | 2 773 | 34 107 | 10 725 | 23 193 | 17,5 | 6,7 | 82,5 | 25,9 | 56,1 |
| Waldeck | 32 951 | 28 021 | 9 780 | 3 228 | 5 965 | 77,1 | 65,6 | 22,9 | 7,5 | 14,0 |
| Reuss ältere Linie | 189 | 42 | 11 214 | 5 016 | 6 198 | 1,7 | 0,4 | 98,3 | 44,0 | 54,3 |
| Reuss jüngere Linie | 1 354 | 382 | 29 744 | 4 251 | 25 449 | 4,4 | 1,2 | 95,6 | 13,7 | 81,8 |
| Schaumburg-Lippe | 6 277 | 2 216 | 1 414 | 431 | 924 | 81,6 | 28,8 | 18,4 | 5,6 | 12,0 |
| Lippe | 27 587 | 20 331 | 6 483 | 2 360 | 3 880 | 81,0 | 59,7 | 19,0 | 6,9 | 11,4 |
| Lübeck | 2 877 | 048 | 1 057 | 800 | 251 | 73,1 | 26,7 | 26,9 | 20,3 | 6,4 |
| Bremen | 228 | 30 | — | — | — | 100,0 | 13,1 | — | — | — |
| Hamburg | 834 | 250 | 619 | 420 | 198 | 57,4 | 17,2 | 42,6 | 28,9 | 13,6 |
| Elsass-Lothringen | 306 620 | 83 507 | 137 225 | 43 764 | 93 391 | 69,1 | 18,8 | 30,9 | 9,9 | 21,0 |
| **Deutsches Reich** | **4 799 955** | **2 043 132** | **9 100 552** | **5 921 516** | **3 132 985** | **34,5** | **14,7** | **65,5** | **42,6** | **22,6** |

Gesammtfläche des Deutschen Reiches 54 052 184 ha; davon Wald: 13 900 507 ha = 25,7 Procent, Acker: 26 312 000 = 48,7 Procent.

meter (fm), ein mit der schneller wachsenden Fichte besetzter Hektar bessern Bodens 4,9 fm Derbholz liefert. Die angegebenen Flächen würden also jährlich rund:

18 000 000 fm Kiefern-Derbholz } zusammen 33 Millionen fm jährlich
15 000 000 „ Fichten- „ } oder nahezu 100 000 fm täglich

ergeben. Deutschland hatte 1892:

63 Zellstoff-Fabriken, deren durchschnittlichen täglichen Ertrag an Stoff man zu etwa 10 000 kg, also zu 630 000 kg annehmen kann. Da zur Herstellung von 1000 kg Zellstoff etwa 6 fm Holz erforderlich sind, so verbrauchen die 63 Zellstoff-Fabriken täglich etwa $630 \times 6 =$ . . . . . 3780 fm

530 Holzschleifereien, deren durchschnittlich nutzbare Wasserkraft mit 200 PS wahrscheinlich hoch geschätzt sein wird. Da erfahrungsmässig eine durchschnittliche Kraft von 8 PS und etwa $^1/_3$ fm Holz zur Erzeugung von 100 kg trocken gedachten Holzschliffs in 24 Stunden nöthig sind, so verarbeiten die 106 000 PS der Schleifereien täglich etwa $\frac{106\,000}{8} \times {}^1/_3 =$ 4500 fm

Der geschätzte Holzbedarf der Papierfabrikation des Deutschen Reichs betrug hiernach 1892/93 etwa . . . . . 8280 fm

also etwa ein Zwölftel des Nadelholz-Ertrags.

Obwohl der grösste Theil dieses Bedarfs den Fichten-Beständen entnommen wird, und die Wälder auch das Nutzholz zu liefern haben, so scheint doch genügender Rohstoff dieser Art dauernd gesichert zu sein. Dem stets wachsenden Bedarf steht auch die Einfuhr von Holz in den Grenzbezirken gegenüber. Um diese Grundlage der deutschen Papier-Industrie unversehrt zu erhalten, müsste von den Regierungen noch mehr als bisher durch Aufforstungen dafür gesorgt werden, dass fortwährend nicht nur für Abholzungen Ersatz geschaffen, sondern der Waldbestand vermehrt wird. Reichliche Pflanzung von Fichten ist dabei besonders erwünscht.

Andere Staaten, wie Schweden und Norwegen, Finnland, Russland, Canada und Theile der Vereinigten Staaten von Amerika besitzen solch ungeheure, theilweise jungfräuliche Nadelholz-Waldungen, dass aus denselben noch viele Jahre lang ohne jede Waldkultur und Aufforstung grosse Holzmengen entnommen werden können. Vorsicht gebietet jedoch, dass auch in diesen Ländern durch Forstkultur für Erhaltung des Waldes und des Klimas zum Nutzen kommender Geschlechter gesorgt wird.

**465. Wahl des Holzes.** Die Fichte vereinigt in sich am meisten Festigkeit, Geschmeidigkeit, Länge und helle Farbe der Fasern und liefert daher den besten Schliff. Kommerzienrath Rostosky, Niederschlema i. Sachsen, stellte eine Reihe von Versuchen über den Werth von Fichtenhölzern verschiedener Stärke für die Holzschleiferei an und theilte die Ergebnisse in einem 1890 im sächsischen Forstverein zu Schwarzenberg gehaltenen Vortrag mit, dem folgende Angaben zum Theil entnommen sind:

Wenn der Holzschliff zur Anfertigung besserer Papiere dienen soll, muss der Fabrikant die grösste Sorgfalt darauf verwenden, dass er möglichst weisses

astreines Fichtenholz erhält, weil sich in feinen Papieren jeder Bestandtheil des Stoffes an der Oberfläche oder in der Durchsicht zeigt. Bei Holzschliff zu braunen Papieren oder Pappen ist dies weniger bedenklich, weil ein grosser Theil des Stoffes im Innern und unsichtbar bleibt. Rothfaules Holz sollte man daher zu besserm Schliff nicht nehmen, und Stamm- oder Durchforstungshölzer lieber als Gipfelstücke, weil die in letzteren vorkommenden vielen Aeste, selbst wenn sie möglichst gut ausgebohrt werden, nicht nur viel Masse dabei einbüssen, sondern auch unangenehme harte Theilchen ins Papier bringen. Schwammig gewachsenes Holz ist dagegen beliebt, weil man mit derselben Kraft etwa 20 Procent mehr Holzschliff daraus herstellen kann, als aus sparsam gewachsenem windhartem oder sonnenbrandigem Holze. Aus trockenem Holz hat Rostosky mit gleicher Kraft mehr Schliff erhalten als aus frischem. Er brauchte von trockenem Holz, wovon ein bestimmtes Maass 100 wog, in gleicher Zeit 14 Procent weniger als von frischem möglichst gleichartigem, welches 125 wog, und erzielte 23 Procent mehr Schliff. Dieser Versuch ist wegen der wechselnden Kraft nicht zuverlässig, und das Ergebniss erscheint um so mehr zweifelhaft, als andere tüchtige Fabrikanten umgekehrter Ansicht sind. Frisches Holz verschmiert durch seinen grössern Saftgehalt allerdings den Stein, doch trennen sich auch seine Fasern leichter, wesshalb man bei Anwendung gleicher Kraft mehr Stoff erzielt.

30 Klötze von 8 cm Durchmesser oder Stärke, 2,5 m Länge, enthielten 0,6 Festmeter (fm) und wogen roh geschnitzt 270 kg, das fm also 450 kg. Diese 270 kg verloren

| | | |
|---|---|---|
| durch die Kreissäge etwa . . . . . | 2,3 | Procent |
| beim Astausboren . . . . . | 1,9 | „ |
| durch Schälen auf der Schälmaschine und Nachschnitzen etwa | 9,— | „ |

im ganzen thatsächlich 34,5 kg, also 12,8 Procent.

30 Klötze 12—16 cm stark, 2,5 und 3 m lang, hielten 1,4 fm und wogen 691,5 kg, das fm also 494 kg. Rostosky findet den Unterschied in dem berechneten Gewicht des Festmeters von 450 und 494 kg weniger im verschiedenen Trockengehalt, als in der Abrundung der Gewichte der einzelnen Klötze bei der Ausrechnung. Die 691,5 kg verloren durch die Kreissäge nur 1,1 Procent, beim Bohren 1,5 und beim Schälen und Nachschnitzen 5,9 Procent, im ganzen aber thatsächlich 58 kg = 8,4 Procent.

Bei einem weitern Versuche ergaben 8 cm starke Klötze einen Verlust von 11,4 Procent gegen 9,0 Procent bei Klötzen von 11 bis 15 cm Oberstärke.

Ein grösserer Versuch ergab bei 8 cm starken Klötzen, von denen das fm 470 kg wog, einen Verlust von 13,5 Procent, bei Klötzen von 12 bis 15 cm Stärke und Gewicht des fm von 481 kg einen Verlust von 8,9 Procent.

100 kg trocken gedachten Holzschliffs erforderten

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| von schwachen Klötzen | 144,7 kg | oder | 0,31 | fm Holz |
| „ starken „ | 123,6 „ | „ | 0,257 | „ „ |

Wenn die stärkeren Klötze beispielsweise in der Fabrik 13 M. das fm kosten, so wären die 8 cm starken nur $\frac{13 \times 0{,}257}{0{,}31} = 10{,}08$ M. werth.

Die Hölzer werden jedoch meist so verkauft, dass sich die von 8—12 cm Stärke in einer Klasse befinden, und es fragt sich dann nur, ob man vortheilhafter diese Klasse oder die nächste in Stärken von 13—15 cm kauft. Wenn die Erhöhung des Preises nicht erheblich ist, verdient die stärkere Klasse jedenfalls den Vorzug, weil sie weniger Aeste enthält und deren Zubereitung weniger Arbeit verursacht. Anderseits ist zu bedenken, dass die Papierfabrikation besser als die anderen Verbraucher die Gipfelstücke verarbeiten kann. Stärkere Stammtheile erzielen, da sie einen grösseren Markt haben, in bevölkerten Ländern meist zu hohe Preise, um sich mit Vortheil zu Holzschliff verarbeiten zu lassen. Für Stangen gilt dasselbe, und überdies lassen sie sich schwieriger befördern und handhaben.

Für geringere Sorten Holzschliff, der vielleicht zu Pappen oder braunem Papier dienen soll, kann man häufig vortheilhaft ästigeres Holz und sogenannte Knüppel verwenden, falls sie billig genug sind. Rostosky fand jedoch, dass bei solchem Holz ein Raummeter (rm) höchstens zu 0,70 Festmeter angenommen werden darf, nicht zu 0,75 fm, wie bei anderen Sorten.

Die Tanne giebt mindestens ebenso helle aber gröbere Fasern als die Fichte und, da sie weicher ist, grössere Ausbeute bei Aufwendung gleicher Kraft.

Die Kiefer liefert harzreicheren sehr festen Holzschliff, der seines Harzgehaltes wegen etwas röthlichere dunklere Färbung zeigt. Er eignet sich aber ersterer Eigenschaft wegen zur Herstellung fester Papiere sehr gut.

Die Lärche hat dunkleres Holz, liefert kürzere Fasern als die anderen Nadelhölzer und giebt daher das geringwerthigste der vier Arten.

Aspe hat, wie alle Laubhölzer, kürzere Fasern und verdirbt leichter als Nadelholz. Obwohl man daraus weniger festes Papier erzeugt, wird sie doch ihrer schönen weissen Farbe und Weichheit wegen sehr geschätzt, und der daraus hergestellte Stoff zu besseren Papieren benutzt und gut bezahlt. Die anderen Laubhölzer haben bis jetzt wenig Bedeutung für die Papier-Industrie erlangt (vergl. S. 1240). Sie kommen entweder in ungenügenden Mengen vor oder werden zu anderen Zwecken verwendet und gut bezahlt. Ihre Benutzung zu Papierstoff kann nur da von Vortheil sein, wo ihr niedriger Preis einen Ausgleich für die geringere Güte der daraus hergestellten Stoffe bietet.

**466. Beförderung des Holzes.** Infolge des grossen Bedarfs an Holz zu Papierstoff lassen die Forstverwaltungen in Deutschland das Holz so schlagen und abtheilen, dass die Papier- und Stoff-Fabrikanten die für ihre Zwecke geeigneten und bestimmten Sorten fertig aufgesetzt im Walde vorfinden. In vielen Fällen ist auch für bequeme Abfuhr bis zur Fabrik gesorgt. In Ländern, wo die Forstwirthschaft wenig oder garnicht ausgebildet ist, und der Fabrikant noch aus jungfräulichen Wäldern schöpfen kann, muss er sich jedoch meistens auch mit dem Abholen des Holzes befassen. In solchen Fällen, sowie auch bei Bezug des Holzes zu Wasser kann eine von Daniel S. Stombs in Stillwater, Minnesota, erfundene, unter Nr. 475628 in Amerika patentirte Einrichtung nützlich sein. Dieselbe dient zum Befördern der Holzstämme vom Walde in den Strom und vom Strom in die Fabrik. Fig. 1122 stellt einen Grundriss, Fig. 1123 eine Seiten-Ansicht derselben dar. Je zwei Balken *a* werden parallel neben einander gelegt und durch Querschwellen *b* mit einander verbunden. An die Enden dieser Balken sind andere

Balken *a*, beispielsweise mittels Querbolzen *c*, angeschlossen, an diese wieder andere Balken, bis die erforderliche Länge der Transportvorrichtung erreicht ist. Zwischen den Balken sind konkave Rollen *d* gelagert, welche an ihrem Umfange mit Stacheln versehen sind, die in die Rinde der auf ihnen ruhenden Hölzer eindringen. Die Wellen der Rollen stehen abwechselnd an ihren Enden mittels Stiftenräder *e* und Ketten *f* mit einander in Verbindung, sodass, wenn eine der Rollen von einer Kraftquelle aus, beispielsweise durch Vermittelung einer Riemscheibe *g*, gedreht wird, diese Drehung sich auf sämmtliche Rollen überträgt und die Fortbewegung der auf den Rollen liegenden Holzstämme *H* veranlasst. Damit die Holzstämme am Ende der Transportbahn selbstthätig abgeladen werden, sind dort kegelförmige Rollen *h* (Fig. 1124) angebracht, welche an dem dünneren Ende keine Stacheln tragen und bewirken, dass die Holzstämme seitlich abrutschen.

Fig. 1122.

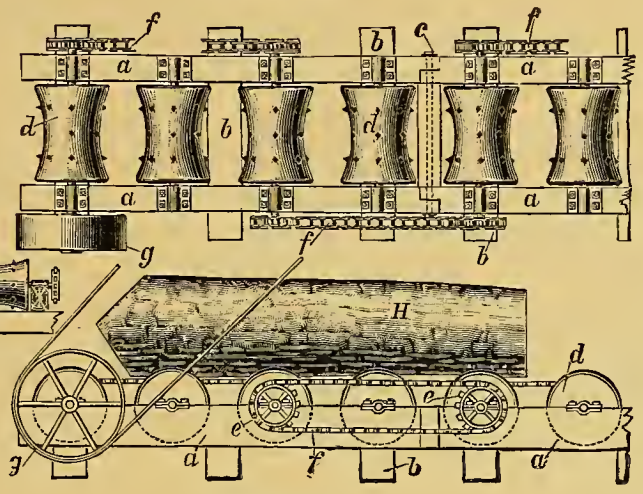



Fig. 1124.

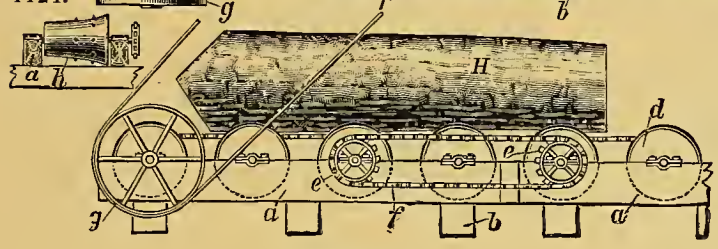



Fig. 1123.

Die gelenkige Verbindung der Längsbalken *a* ermöglicht, dass die Transportvorrichtung ohne Schwierigkeit über Berg und Thal gelegt werden kann.

In den grösseren amerikanischen Schleifereien sind mechanische Einrichtungen der vorstehend beschriebenen und anderer Art getroffen, mit denen die angeflössten oder im Wasser aufbewahrten Stämme über schiefe Ebenen ohne Aufwendung menschlicher Kraft in die viel höher liegenden Gebäude befördert werden.

**467. Holzputzerei und -Zerkleinerung.** Ehe das Holz geschliffen werden darf, muss man es von Rinde, Aesten, angefaulten, kranken und allen solchen Theilen befreien, die nicht aus reinem hellfarbigem, gesundem Holze bestehen. Von der Sorgfalt, mit welcher man diese Vorbereitung — die mit Recht »Putzerei« genannt wird — ausführt, hängt die Reinheit, Gleichmässigkeit und folglich auch der Werth des Schliffs in erster Linie ab. Gelangt ein Stück Rinde, Ast oder ein sonstiger dunkler Theil mit auf den Schleifstein, so wird er derart mit zerkleinert, dass sich seine Theilchen nachher nicht mehr aussuchen und entfernen lassen.

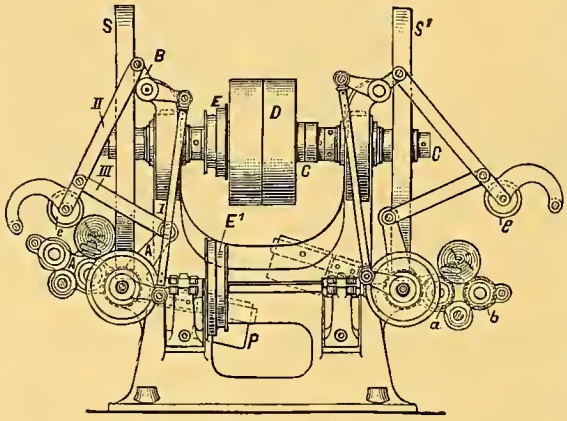
Zum Schleifen werden in Ländern mit ausgebildeter Waldwirthschaft diejenigen Hölzer benutzt, die sich nicht mehr als Bau- oder Nutzholz verwerthen lassen, die aber auch schon dick und fest genug sind, um dem Stein hübsche Schleifflächen zu bieten, also Stammtheile von mindestens 8 cm Stärke. Wo Holz noch in Fülle vorhanden und billig ist, sind stärkere Stämme, wie auf Seiten 1243 und 1244 ausgeführt, vortheilhafter.

Die Stämme werden in der Schleiferei zunächst von ihrer Rinde befreit, und zwar meist von Hand mit zweigriffigen Messern, weil man bei der Handarbeit allen Biegungen und Krümmungen des Holzes folgen und es so schälen kann, dass kein brauchbares Holz mit abgeschnitten wird. In grösserem Betrieb, und besonders wo schön gewachsenes Holz billig zur Verfügung steht oder Arbeitslöhne sehr hoch sind, lässt man sich die Gefahr eines grösseren Abfalls gefallen und benutzt Maschinen zum Entrinden.

Die unter Nr. 45930 in Deutschland patentirte doppelte Rindenschälmaschine von Friedrich Schmaltz in Offenbach a. Main ist nach der Patentschrift in Auf- und theilweisem Grundriss in Figg. 1125 und 1126 dargestellt. Fig. 1127 zeigt die Maschine perspektivisch.

Die Welle *C*, welche die beiden zum Entrinden dienenden Messerscheiben $SS^1$ trägt, ist in dem gusseisernen Gestell so gelagert, dass sie sich nicht seitlich verschieben kann. Jede dieser Messerscheiben ist mit vier geraden nachstellbaren Hobeleisen von 180 mm Schnittlänge versehen, die in den aus Fig. 1127 ersichtlichen Schlitzen sitzen.

Fig. 1125.




Das Holz wird hier nicht auf einen feststehenden Tisch, sondern zwischen 4 sich drehende Tragwalzen *a b c d* gelegt, die mit der von oben kommenden Druckwalze *e* eine Zange bilden, welche das Holz fasst und durch einen Druck mit der Hand auf Hebel II so vor die Messerscheibe *S* oder $S^1$ bringt, dass es geschält wird. Die Zange ist in Fig. 1125 links geschlossen, rechts geöffnet. Das aus Figg. 1125 und 1127 ersichtliche Hebelsystem *A B I II III*, welches die Bewegung der Trag- und Druckwalzen beherrscht, ist so angeordnet, dass sich die Achse des von der Zange gefassten Holzes stets in derselben Entfernung vom Mittelpunkt der Messerscheibe befindet, gleichviel ob dickes oder dünnes Holz geschält wird. Diese Entfernung vom Scheibenmittel ist so gewählt, dass die Hobelmesser möglichst parallel zur Achse des Holzes angreifen, desshalb kurz sein können und dennoch viel leisten und geringsten Kraftverbrauch veranlassen. Während auf feststehenden Tischen die Achse des Holzes und die Angriffsstelle der Messer mit dem Durchmesser des Holzes steigt und sinkt, und folglich auch die Leistung der Maschine wechselt, ist diese hier von der Dicke des Holzes unabhängig, weil die Stämme von der Zange stets an die leistungsfähigste Stelle der Messerscheibe gebracht werden.

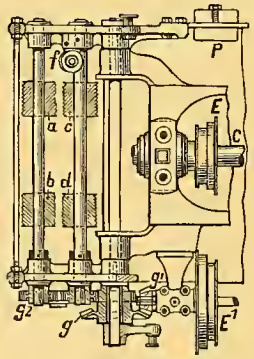



Fig. 1126.

Eine Leitrolle *f* dient dazu, das Holz der Länge nach in richtiger Lage zu erhalten. Die Tragwalzen erhalten ihren Antrieb durch Zahnräder $g^2$, Winkelräder $g\,g^1$ und Stufenscheiben $E\,E^1$ von der Welle *C* aus, welche nebst den beiden

Messerscheiben 500 Umdrehungen in der Minute macht und mit Los- und Vollscheibe *D* zum Antrieb versehen ist.

Das Gewicht des Hebelsystems *A B I II III* ist durch ein Gegengewicht *P* ausgeglichen.

Die Sundwiger Eisenhütte in Sundwig bei Iserlohn fertigt Rindenschälmaschinen von der aus Figg. 1128 und 1129 ersichtlichen Bauart. Die Maschinen bestehen aus einem Lagerständer mit Lagern, in denen eine Welle mit Antrieb-Riemscheiben waagerecht gelagert ist. An den beiden Enden der Welle sitzt je

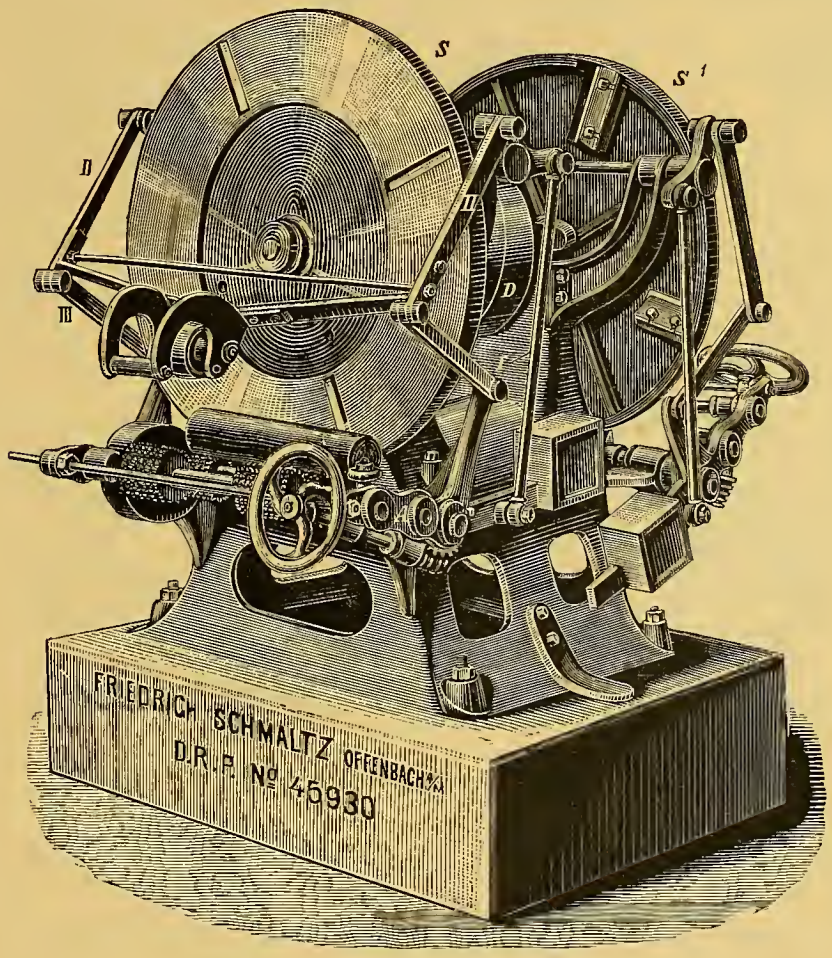



Fig. 1127.

eine Messerscheibe, in der je vier Hobelmesser befestigt sind, die aus der Fläche der Scheiben nicht weiter hervorragen, als die Messer eines Tischlerhobels. Die Scheiben sind, wie die Figur zeigt, am Rande stark abgerundet. In gleicher Weise sind auch die Messer gestaltet. Die Maschinen werden auch mit nur einer Messerscheibe geliefert.

Der Arbeiter legt beim Schälen den Holzklotz auf den Tisch, drückt ihn leicht an die Scheibe an und dreht ihn mit der Hand. Bei einiger Aufmerksamkeit

soll es für den Arbeiter ebenso leicht sein, den Klotz, seiner Form entsprechend, an die Scheibe zu drücken, wie das Handmesser über den Klotz hinzuziehen. Die Abrundung der Scheiben und Messer am Rande gestattet, an allen unebenen Stellen des Holzes die Rinde ohne grösseren Holzverlust zu beseitigen.

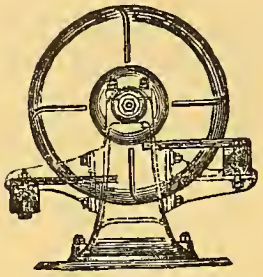


Fig. 1128.

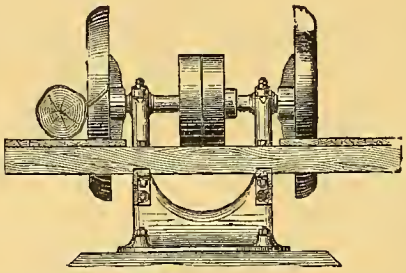


Fig. 1129.

Da die Messer an den Scheiben nur wenig hervorragen, so sind gefährliche Verletzungen des Arbeiters nicht zu befürchten. Ein Arbeiter soll in der Stunde etwa einen Raummeter Holz reinigen können.

Wolfgang Kapp in Düsseldorf baut Schälmaschinen von der in Figg. 1130 und 1131 dargestellten, von Theodor Bell & Co. in Kriens bei Luzern eingeführten Art. Ein Klotz rohen Holzes $h$ liegt auf den durch Schneckenrad $f$ angetriebenen Zahnrädern $d$, auf die es durch einen Druck auf Hebel $e$ mit der Walze $g$ gepresst wird. Das Holz wird daher von den Zahnrädern $d$ um sich selbst gedreht, von Walze $g$ gegen Messerscheibe $a$ gedrängt und von deren geraden Messern geschält.

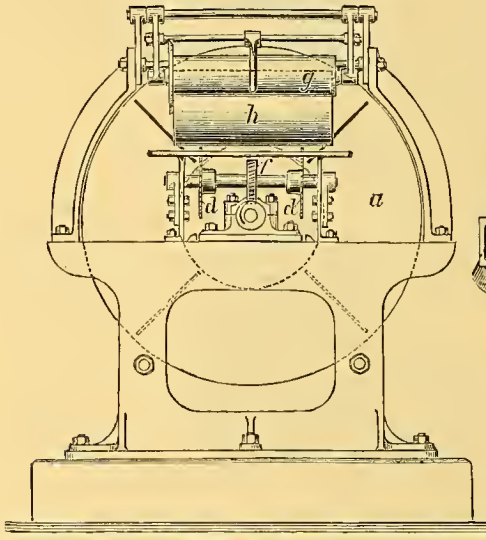



Fig. 1130.

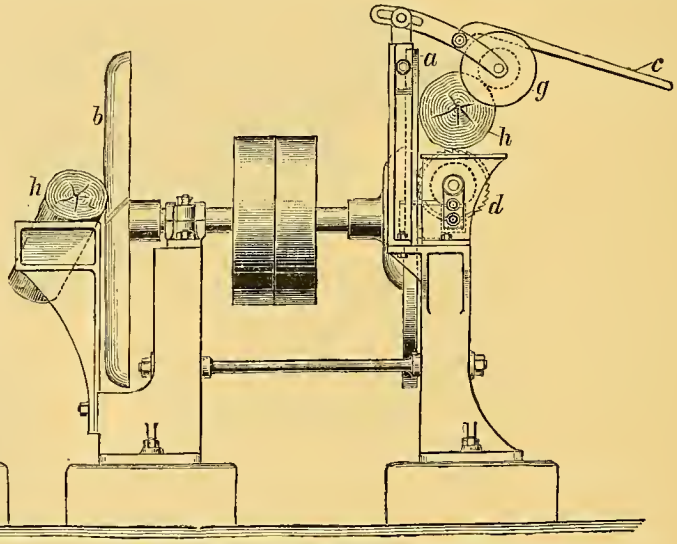
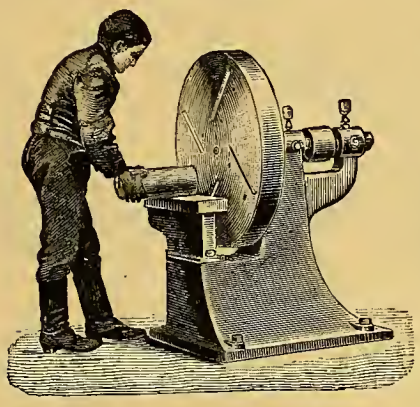



Fig. 1131.

Durch Bearbeitung an dieser Scheibe soll jedoch das Holz nur von seiner groben Rinde befreit werden. Das weitere Schälen soll an der mit gebogenen Messern versehenen Scheibe $b$ erfolgen, gegen welche es von Hand gepresst wird. Bei diesem Anpressen von Hand kann der Arbeiter jeder Biegung des Holzes Rechnung tragen, wie beim Schälen von Hand, so dass kein Holz mit der Rinde abgeschnitten wird. Mechanische Anpressung oder Zuführung wird somit nur soweit benutzt, als sie unschädlich ist, und dann von Handzuführung abgelöst. Die Messer arbeiten mit einer mittleren Umlauf-Geschwindigkeit von etwa 1000 m in der Minute.

Eine Hobelmaschine von J. M. Voith, Heidenheim a. B., Württemberg, die hauptsächlich zum Hobeln der Stirnflächen der Hölzer dient, ist in Fig. 1132 dargestellt. Durch dieses Schleifen sollen die an den Stirnflächen hängenden Sägespäne entfernt werden, und ausserdem kann man die Maschine zum Schälen der Hölzer benutzen.

Fig. 1132.

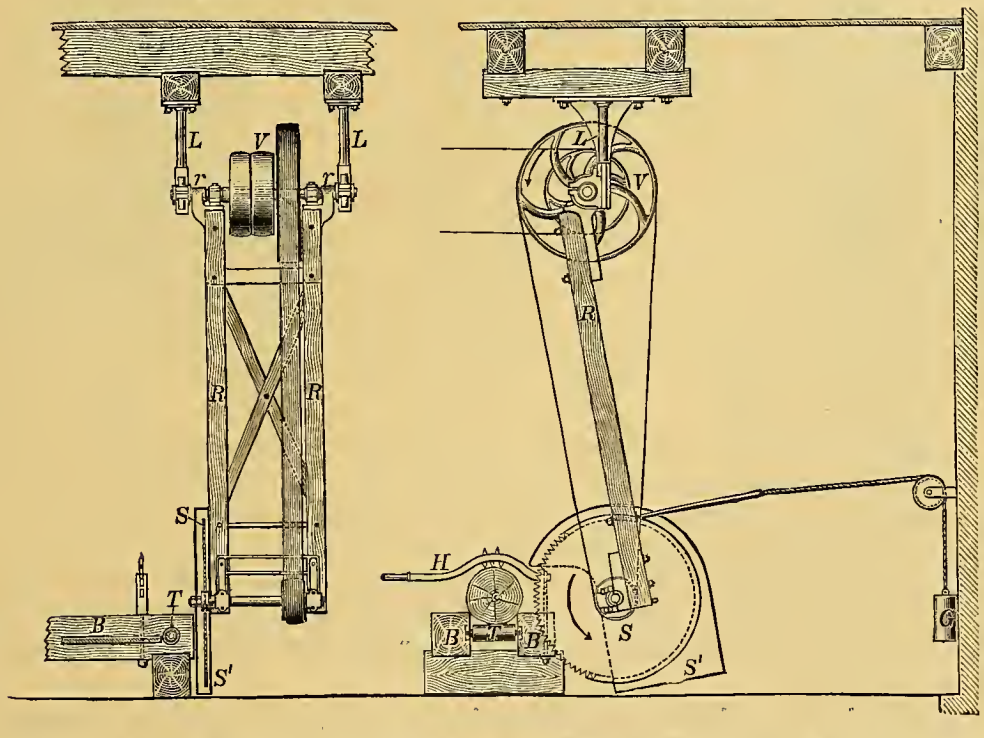


Eine schwingende Kreissäge für Stammholz von J. M. Voith in Heidenheim ist in Figg. 1133 und 1134 in 1 : 40 der wahren Grösse dargestellt. Die Stämme werden von einer hölzernen Plattform auf eine anstossende Blockbahn gerollt, die aus 2 Balken $B$ von etwa 5 m Länge besteht, zwischen denen in gleichen Abständen 6 Tragrollen $T$ gelagert sind. Mit Hilfe des Hebels $H$ lassen sich die Stämme leicht in der richtigen Lage festhalten. Die mit einem Schutzmantel $S^1$ versehene Kreissäge $S$ von 900 mm Durchmesser ist am untern Ende eines hölzernen Rahmens $R$ gelagert, dessen obere Zapfen $r$ so in den Hängern $L$ ruhen, dass er in diesen schwingen kann. Eine besondere auf dem Rahmen $R$ gelagerte Welle trägt die

Fig. 1133.




Fig. 1134.




Riemscheiben $V$, von denen die Säge ihre Bewegung erhält. Das Gegengewicht $G$ zieht die Säge fortwährend zurück, so dass diese aus dem Wege ist, während der Stamm vorgeschoben wird. Der Druck, mit dem der Rahmen $R$ vorgeschoben wird, wenn die Säge schneiden soll, hat die Zugkraft des Gewichts $G$ zu überwinden.

Zum Schneiden kurzer Stammhölzer von etwa 1 m Länge bedient man sich am besten einer Kreissäge mit beweglichem Tisch. Ein solche von J. M. Voith in Heidenheim a. B., Württ., ist in Figg. 1135 und 1136 in 1:20 der wahren Grösse dargestellt.

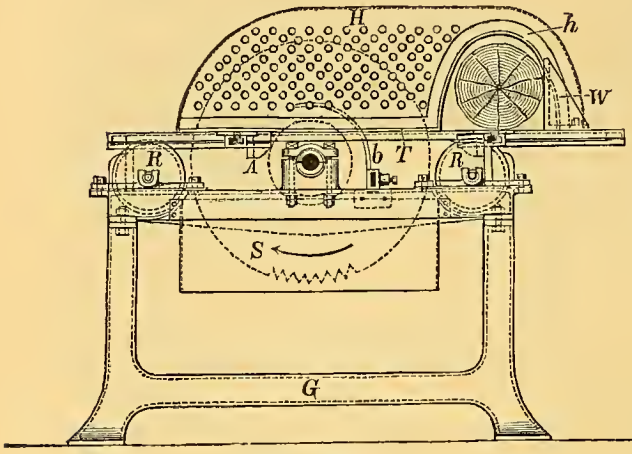



Fig. 1135.

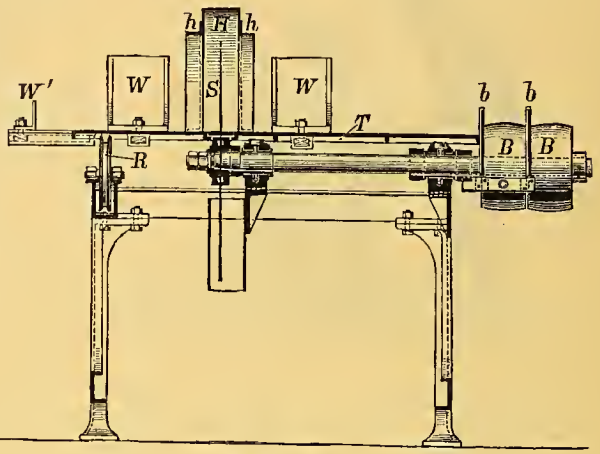



Fig. 1136.

Der eiserne Tisch *T*, auf welchen das Holz gelegt wird, ruht auf 4 Rollen *R*, die auf dem eisernen Gestell *G* gelagert sind. Auf demselben Gestell ruht die Welle der Kreissäge *S* von 650 mm Durchmesser, die 700 Umdrehungen in der Minute macht und zum Schutz der Arbeiter von einer auf dem Tisch *T* ruhenden durchlöcherten Blechhaube *H* umgeben ist. Der zu schneidende Stamm wird unter dem mit der Blechhaube *H* verbundenen Winkeleisen *h* durchgeschoben und lehnt sich mit der Rückseite an die verstellbaren Winkel *W*. Das Holz wird vorgeschoben, bis es an den verstellbaren Winkel $W^1$ stösst, welcher somit die Länge der Abschnitte bestimmt. Der Tisch *T* wird mit dem in solcher Weise aufgelegten Holz gegen die Säge *S* geschoben, bis dasselbe durchschnitten ist, dann zurückgeholt u. s. w. Der Weg des Tisches ist durch Anschläge *A* begrenzt. Der Antrieb erfolgt durch einen Riemen, welcher mit der Gabel *b* auf die Leer- oder Festscheibe *B* gerückt wird.

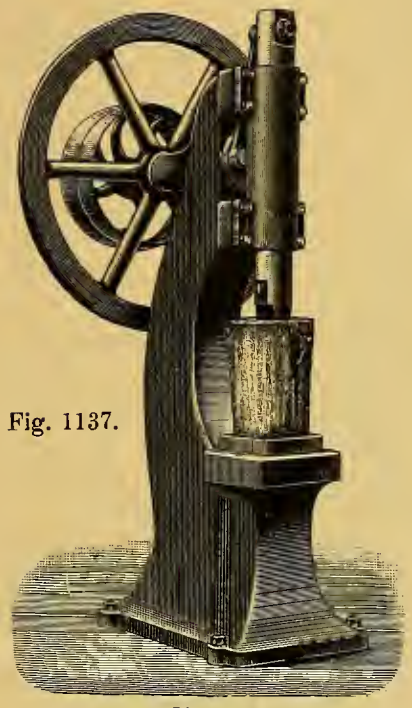
Nachdem das Holz in Stücke von gewünschter Länge gesägt ist, und die von aussen sichtbaren Aeste ausgebohrt sind, muss es in der Regel seiner Längsachse nach gespalten werden, damit man die dadurch blossgelegten Aeste und schlechten Stellen noch herausschneiden oder -bohren kann. Je dicker die Stämme sind, desto mehr ist deren Spaltung erforderlich, weil dann auch die Gefahr um so grösser ist, dass sich fauliger Kern und versticktes Holz im Innern befinden. Ob ein- oder mehrmaliges Spalten nöthig ist, hängt von der Güte und Dicke des Holzes ab.

Eine hierzu geeignete Spaltmaschine von J. M. Voith in Heidenheim a. Brenz, Württemberg, ist in Fig. 1137 perspektivisch dargestellt. Der Messerkörper ist als kräftige Ramme ausgebildet, die von Kurbel und Pleuelstange auf- und niedergeführt wird und das senkrecht auf dem Ambos stehende Holz spaltet. Ein auf der Kurbelwelle sitzendes Schwungrad soll die Stösse möglichst aus-

gleichen. Die Messer-Ramme geht 60 Mal in der Minute auf und nieder und spaltet Hölzer von $^1/_3$ bis $^1/_2$ m Länge und bis 350 mm Durchmesser.

Eine Astbohrmaschine von Heinrich Wigger in Unna ist in Figg. 1138 und 1139 in 1:30 der wahren Grösse dargestellt. Der Spiralbohrer *a*, mit dem das Bohren ausgeführt wird, ist denen ähnlich, welche zum Metallbohren dienen, muss aber spitziger geschliffen sein, und seine Spirale darf auf 100 mm Länge nur $^1/_3$ Windung haben, weil sich der Bohrer mit stärkerer Windung leicht im Holze festläuft und abbricht. In Fig. 1140 ist ein solcher Bohrer in 1:3 der wahren Grösse und in Fig. 1141 in wahrer Grösse in Grundriss dargestellt. In Fig. 1141

Fig. 1137.



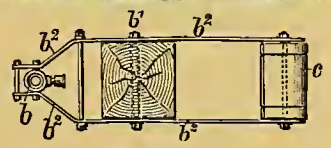



Fig. 1139.

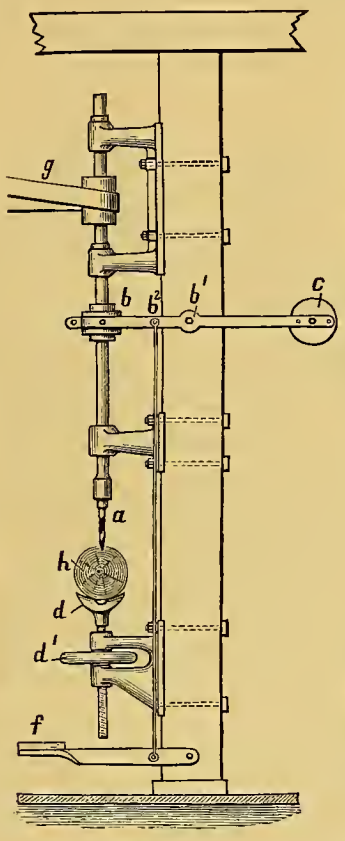
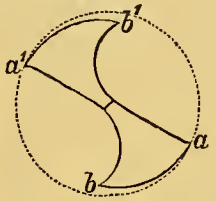



Fig. 1138.

Fig. 1140.

Fig. 1141.



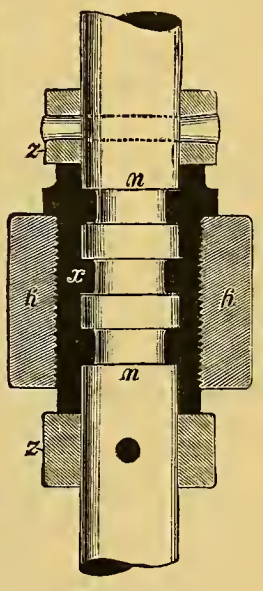




Fig. 1142.

sind $a\,a^1$ die schneidenden Kanten und $b\,b^1$ die zurückspringenden. Man benützt Bohrer von 20 bis 30 mm Durchmesser, kommt aber mit solchen von 25 mm Durchmesser in den meisten Fällen aus. Zwei um $b^1$ drehbare Hebel $b^2$ fassen die Bohrspindel mit dem Lager *b* und heben diese fortwährend mit ihrem Gewicht *c* so hoch, dass man unter dem Bohrer *a* Raum zum Hantiren der Klötze hat.

Das Gabel-Kammzapfen-Lager *b* der Figur 1138 ist in Fig. 1142 in 1:3 der wahren Grösse besonders dargestellt. Der kammartig ausgedrehte Theil der Welle *w* wird von dem Messinglager *x* gefasst, welches seinerseits von dem aufgeschraubten eisernen Ring *y* zusammengehalten wird. Das Lager ist oben und unten von aufgediebelten schmiedeisernen Ringen *z* begrenzt.

Nachdem ein Klotz $h$ so auf den mit Handrad $d^1$ verstellbaren Bohrtisch $d$ gebracht ist, dass ein Ast unter dem Bohrer liegt, bringt man die Bohrspindel dadurch herab, dass man den Fuss auf den Tritt $f$ setzt, welcher durch eine Stange mit Hebeln $b^2$ verbunden ist. Der Bohrtisch ist so gestaltet, dass der Klotz $h$ schräg darauf zu liegen kommt, also abwärts gleitet. Der Bohrer kommt durch kurzen Fusstritt auf $f$ in Betrieb und wird beim Loslassen ebenso schnell durch Gegengewicht $c$ hochgehoben. Mit einem kurzen, kräftigen Fusstritt sollen Löcher von 25 mm Durchmesser und etwa 150 mm Tiefe in einer Sekunde gebohrt werden. Der verschränkte Riemen $g$ soll dem Bohrer etwa 1500, aber mindestens 1200 Umdrehungen in der Minute ertheilen.

Dicke Aeste, die sich nicht zweckmässig ausbohren lassen, müssen durch Spalten des Klotzes auf dem Aste und Aushauen entfernt werden. Beim Betrieb hat sich überhaupt ergeben, dass es sehr schwierig ist, mit dem Bohrer gerade die Stelle zu treffen, wo der Ast sitzt, dass der Bohrer häufig auch von dem harten Ast ab in das weichere Holz gleitet, also gutes Holz zerstört und die Aeste sitzen lässt. In manchen Schleifereien hat man desshalb das Ausbohren ganz aufgegeben oder wendet es nur in beschränktem Maasse an. Wenn die Aeste im Holz bleiben, werden dieselben mit verschliffen und, wie es scheint, so fein, dass selten Nachtheile daraus entstehen.

**468. Verwerthung der Rinde.** Nach einem von Dr. A. Frank im Verein der Zellstoff-Fabrikanten am 26. Januar 1889 gehaltenen, in Nr. 22 der Papier-Zeitung desselben Jahres wiedergegebenen Vortrag wurden 1887 für 22 381 000 M. Gerbstoffe nach Deutschland ein- und nur für 1 018 000 M. ausgeführt. Trotz des hierdurch festgestellten Mangels an Gerbstoffen wird in Deutschland noch viel Fichtenrinde verbrannt, die ebenso gut zum Gerben benützt werden könnte, wie die der kanadischen Fichte zur Herstellung des amerikanischen Hemlock-Leders dient. Da sich die allerdings bessere Eichenrinde nicht in genügender Menge beschaffen lässt, so könnte Fichtenrinde doch einigen Ersatz bieten. In einigen deutschen Staaten findet sie stets Absatz zu diesem Zwecke, und in anderen sollten den Gerbern Proben kostenfrei geliefert werden, um sie zu Versuchen zu veranlassen.

Damit die Rinde mit Nutzen gesammelt, getrocknet und zu Lohe vermahlen werden kann, darf sie, wie an genannter Stelle ausgeführt ist, nicht vom Holze abgeschnitzt, sondern sie muss abgeschält werden. Dieses Schälen ist jedoch bei im Winter gefälltem Holz schwierig und kostspielig, während es bei Stämmen, die im Frühjahr oder Sommer, als sie im Safte standen, gefällt wurden, sehr leicht vor sich geht. Anderseits leidet das Holz häufig, wenn es, von Rinde entblösst, lange im Walde liegt, indem Sand und Tannen-Nadeln in die entstehenden Risse fallen und bei der Verarbeitung der Stämme stören. Wo jedoch allzu langes Lagern vermieden wird, kann man das Holz ohne Schaden im Walde entrinden. Zum Versandt im Wasser durch Flössen empfiehlt sich sogar vorheriges Schälen, weil der vom Wasser in der Rinde gelöste Gerbstoff oft mehrere Millimeter tief ins Holz dringt und dieses derart färbt und gerbt, dass man die Schicht wegnehmen und Holz wie Arbeit verlieren muss. Unter der Rinde fault und stockt das Holz auch leichter, und die Borke bietet Käfern Schutz, deren Gänge als gefärbte Theile im Stoff erscheinen. Um die Ansprüche aller Betheiligten möglichst zu befriedigen, müssten die Forstverwaltungen mit den Fabrikanten zusammenwirken.

Da die Rinde etwa 7 pCt .des vom Stamm eingenommenen Raumes ausmacht, so lässt sich leicht berechnen, welche grosse Mengen gewonnen werden könnten. Eitner in Wien hat gefunden, dass Fichtenrinde für viele vom Ausland eingeführte Gerbstoffe eine richtige Ergänzung bildet, und sie wird nicht nur mit Erfolg zu Lohe vermahlen, sondern auch zu Extrakt verarbeitet.

Eichenrinde enthält etwa 5 bis 7 pCt., Eichenholz 2 bis 3 pCt. Gerbstoff.
Fichtenrinde „ „ 3 bis 6 „ Fichtenholz 0,30 bis 2 „ „

Kiefernrinde enthält nach Dr. Frank zu wenig Gerbstoff, um für Lederbereitung in Betracht zu kommen.

**469. Völter's Schleiferei.** Heinrich Völter aus Heidenheim (Württemberg) hat, wie Seite 1235 gesagt, das Verdienst, den rohen Gedanken Keller's durch zwanzigjährige mühsame Arbeit in ein brauchbares Verfahren umgewandelt zu haben.

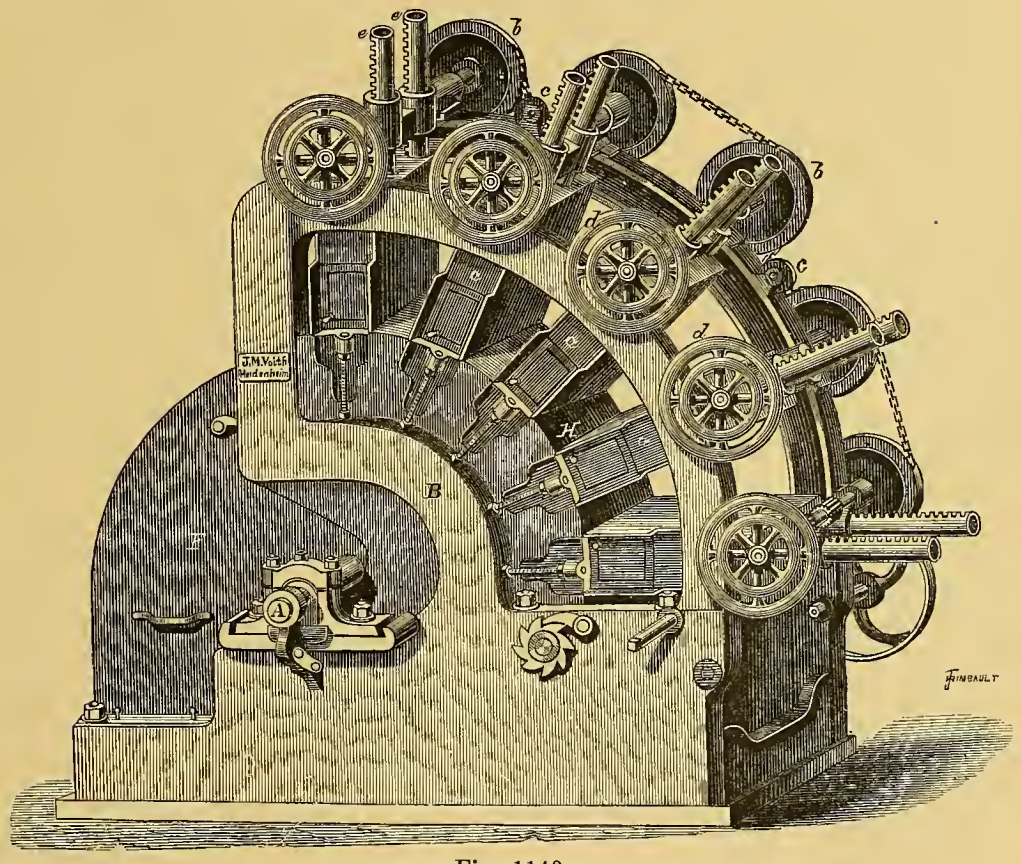


Fig. 1143.

Die Völter'sche Bauart hat in Folge wachsender Erfahrung viele Umwandlungen erfahren, doch kann sein 1873 in Wien ausgestellter, in Fig. 1143 abgebildeter Schleifer als technisch vollendete Maschine dieser Art gelten. Eine vollständige Völter'sche Schleiferei damaliger Zeit ist in Fig. 1144, Seiten 1256/7, dargestellt. Die Form des Gestelles *B*, Fig. 1143, ist derart, dass die Welle *A* mit dem darauf befestigten cylindrischen Schleifstein ohne Störung der übrigen Theile der Maschine heraus-

genommen werden kann, sobald die Blechhaube *F* und die Lagerdeckel losgeschraubt sind. Die Wände der Kammern *a*, worin die zugerichteten Hölzer gegen den Stein gepresst werden, dürfen, um das Entweichen kleiner Holzstücke zu verhindern, nicht weit von der schleifenden Oberfläche abstehen und müssen daher dem Steine nachrücken, wenn sein Durchmesser durch Abnützung kleiner wird. Die fünf Kammern *a* können zu diesem Zwecke mittels zu beiden Seiten angebrachter Stellschrauben mehr oder weniger tief in die gusseiserne Haube *H* geschoben werden. Das Anpressen des Holzes erfolgt durch Kolben oder Platten, welche sich nach aussen durch je zwei Zahnstangen *e* fortsetzen und von den Kettenscheiben *b* aus mit Zahnrädchen gegen den Stein gedrückt werden. Der Druck wird durch ein Gewicht mit loser Rolle hervorgebracht, welches die gemeinsame, über die Scheiben *b* und unter Röllchen *c* gelegte Kette fortwährend in derselben Richtung bewegt und selbstthätig wieder aufwindet. Die Gemeinsamkeit dieses Druckes hat den Vortheil, dass der in einer Kammer ausgeübte Druck auf die andern Kammern vertheilt wird, wenn sie ausser Gang gesetzt oder frisch gefüllt werden muss, dass also Kraftverbrauch und Leistung der Maschine stets gleich bleiben. Damit eine solche Kammer während des Ganges gefüllt und entleert werden kann, muss sich ihr Druckkolben mit den Zahnstangen von dem Handrade *d* aus regieren lassen, ohne dass die Kettenscheibe mitgenommen wird. Die Kettenscheiben sind desshalb nicht auf den Zahnradwellen befestigt, sondern werden durch Friktionsmuffen-Kupplungen mit ihnen verbunden, sobald man die Kammer in Gang setzen will. Eine Hälfte der Kupplungen ist an die Kettenscheiben gegossen, und die andere bewegliche Hälfte sitzt auf einer, durch die hohle Zahnradwelle gehenden Spindel, an deren herausragendes vorderes Ende eine Schraube geschnitten ist, zu der ein kleines Handrad die Mutter bildet. Dreht man dieses mit *d* konzentrische Handrädchen in einer oder der anderen Richtung, so verschiebt sich die Spindel in der Welle und öffnet oder schliesst die Kupplung.

Bis Ende der 60er Jahre liess Völter das Holz noch von mechanisch bewegten Schrauben gegen den Schleifstein pressen, verbesserte aber dann das Verfahren durch vorstehend beschriebene Bauart. Der untere Theil des Schleifsteins läuft in Wasser, und überdies strömt auf den Stein unter möglichst hohem Druck hinter jedem Presskasten ein aus dem Behälter *WR*, Fig. 1144, kommender Wasserstrahl, welcher das abgeschliffene Holz nach den Seiten hin wegschwemmen soll. Um diesen Abfluss zu erleichtern und zu verhindern, dass das geschliffene Holz unter die folgende Kammer gelangt und noch weiter zerkleinert wird, sind in die schleifende Oberfläche in Abständen von etwa 6 bis 7 cm Kanäle von etwa 6 mm Tiefe gehauen, welche Winkel von 30° mit den Seiten bilden, und sich in der Mitte treffen. Verf. hat solche Kanäle 1872 an den 12 Steinen der Holzschleiferei in Turners Falls, Massachusets, gesehen, weiss aber nicht, ob sie allgemein angewendet wurden. Zum Schleifen wurden damals beinahe ausschliesslich Sandsteine von gleichmässigem feinem Korn von 140 cm Durchmesser und 45 cm Breite benützt, die man von einer 12 cm starken Stahlwelle tragen liess.

Damit das Schleifen keine Unterbrechungen erlitt, entfernte Völter alle Verunreinigungen, sowie die harten zähen Aeste vorher sorgfältig aus dem Holz. Es wurde zunächst geschält, dann mit einer Kreissäge *C*, Fig. 1144,

in für die Kammern passende Längen geschnitten und von einer Spaltmaschine *SP* in Stücke von solcher Stärke gespalten, dass die Aeste herausgehauen werden konnten, und dass keiner unsichtbar blieb.

Das geschliffene Holz besteht nicht nur aus feinen Theilen, sondern enthält stets mehr oder weniger Faserbündel verschiedener Stärke, sowie Splitter, deren Abscheidung die nächste Aufgabe bildet. Schon unter dem Schleifer *D* fällt es auf einen Rechen oder Kamm, welcher die gröbsten Splitter zurückhält und das übrige in den anstossenden Vorsortirer *VS* fliessen lässt. In diesem gelangt es zunächst in einen von Kammrädern geschüttelten, in dem Trog eines Sortir-Cylinders hängenden Metallkorb, welcher wieder grobe Theile ausscheidet. Der Sortir-Cylinder ist wie der Sieb-Cylinder einer Cylinder-Papier-Maschine (Seiten 856/7) gebaut und mit Metalltuch bezogen, durch welches die feinen Theile dringen und seitlich abfliessen, während die gröberen Theile in den Maschen stecken bleiben, durch einen sich drehenden Kamm wieder abgenommen, von diesem abgestreift und in einem beliebigen Behälter zum Verbrennen gesammelt werden. Das durch das Cylindersieb gegangene Holz wird in den Trog des zweiten, höherliegenden Sortir-Cylinders *S* gepumpt, dessen Metalltuch so fein ist, dass es nur fertig geschliffene Theile durchlässt, indess die an der Oberfläche haftende gröbere Masse in die anstossende Feinmühle *R* läuft.

Diese Feinmühle ist, wie Seite 1237 erklärt, ein gewöhnlicher Getreide-Mahlgang aus Sandstein, dessen Mahlflächen auf ähnliche Weise wie die in Figg. 1071 und 1072 dargestellten behauen sind. Durch sie wird es möglich, die Holztheile, welche nicht fein genug sind, noch weiter zu zertheilen und brauchbar zu machen, und erst durch ihre Anwendung gelang es Völter, die Masse des Holzes bis auf einen kleinen Bruchtheil in Stoff zu verwandeln, welcher zu Papier verwendet werden kann.

Das von dem Mahlgang abfliessende Holz wird auf den zweiten Sortir-Cylinder *S* gepumpt, dessen Metalltuch die feinen Theile durchlässt, indess die gröberen aussen bleiben und auf die Feinmühle *R* zurückfliessen, so dass in den Entwässerungs-Cylinder *SF* nur Theile kommen, welche durch die feinen Siebe gegangen sind, also die gewünschte Feinheit erlangt haben. Soll das geschliffene Holz in nahe gelegenen Papierfabriken verarbeitet werden, so lässt man es aus dem Entwässerungs-Cylinder in untenstehende Abtropfkasten *Z* fliessen; soll es aber zum Zweck des Versandts in Pappenform gebracht werden, so fliesst es von der Feinmühle *R* auf die Pappenmaschine *E*.

Will man das Fabrikat in zwei oder drei Sorten theilen, so führt man das geschliffene Holz durch mehrere Sortir-Cylinder, deren Siebe immer feiner werden, damit sich die gröberen Sorten zuerst ausscheiden, und nur die feinste schliesslich durchgeht.

In der schon erwähnten amerikanischen Fabrik in Turners Falls floss 1872 der von 12 Steinen gelieferte Schliff, nachdem er von den gröbsten Splittern befreit war, in gemeinsame grosse Knotenfänge und von deren Trog aus zu den Pappenmaschinen.

Nach übereinstimmenden Berechnungen erzeugen Völter'sche Anlagen in 24 Stunden mit einer Arbeitskraft von 4 Pferden durchschnittlich 50 kg trocken gedachtes geschliffenes Holz. Will man diese Erzeugungsmenge steigern, so braucht

man nur das Holz fest anzupressen und den stets scharf gehaltenen Stein rasch umlaufen lassen. Man erhält aber dann nicht einzelne Fasern, sondern Faserbündel und Splitter, welche erst durch den Mahlgang in brauchbaren Stoff verwandelt werden müssen. Wollte man, ohne Rücksicht auf die Mengenleistung der Anlage, nur auf Qualität arbeiten, so dürfte das Holz nur ganz schwach angepresst

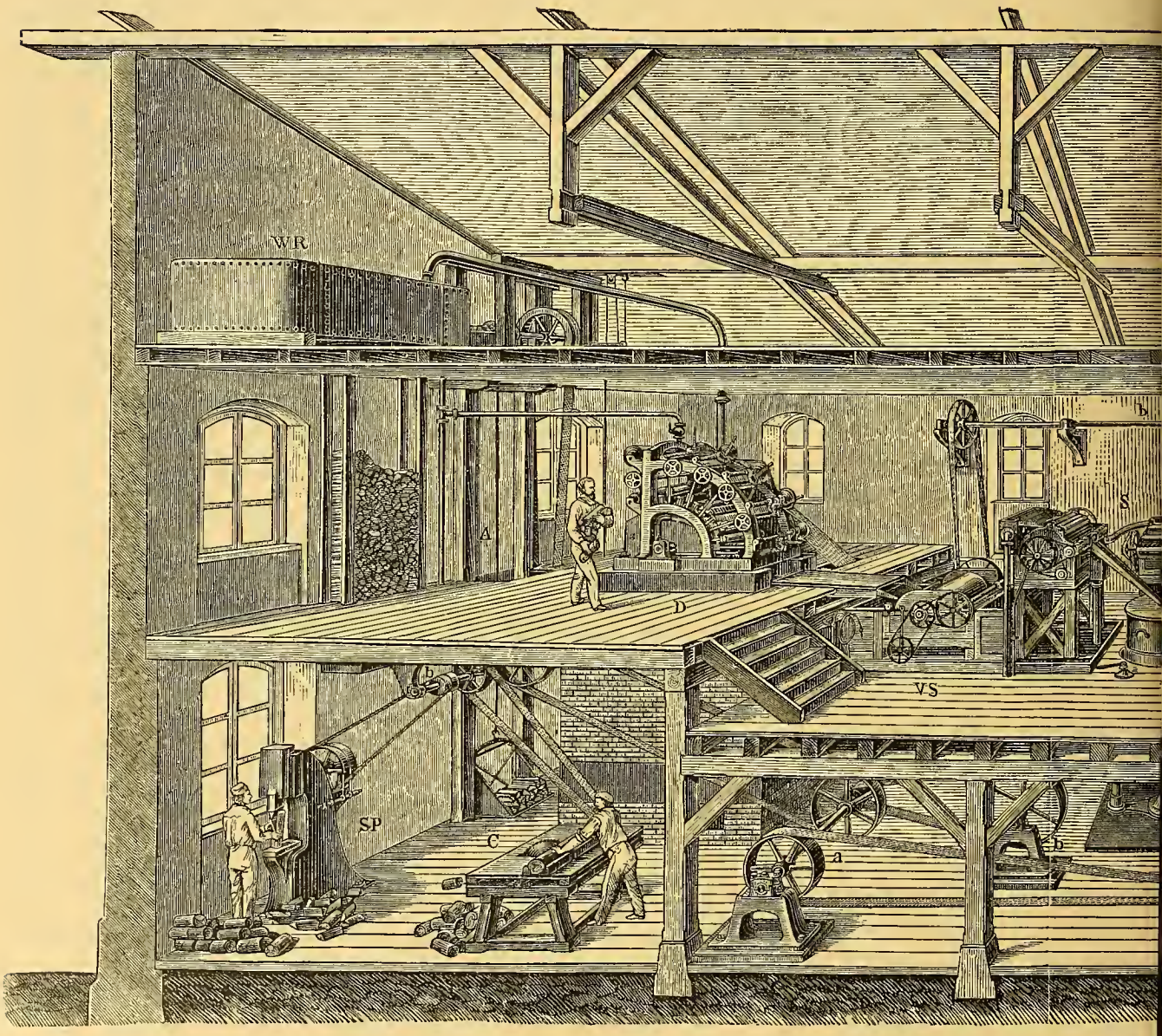
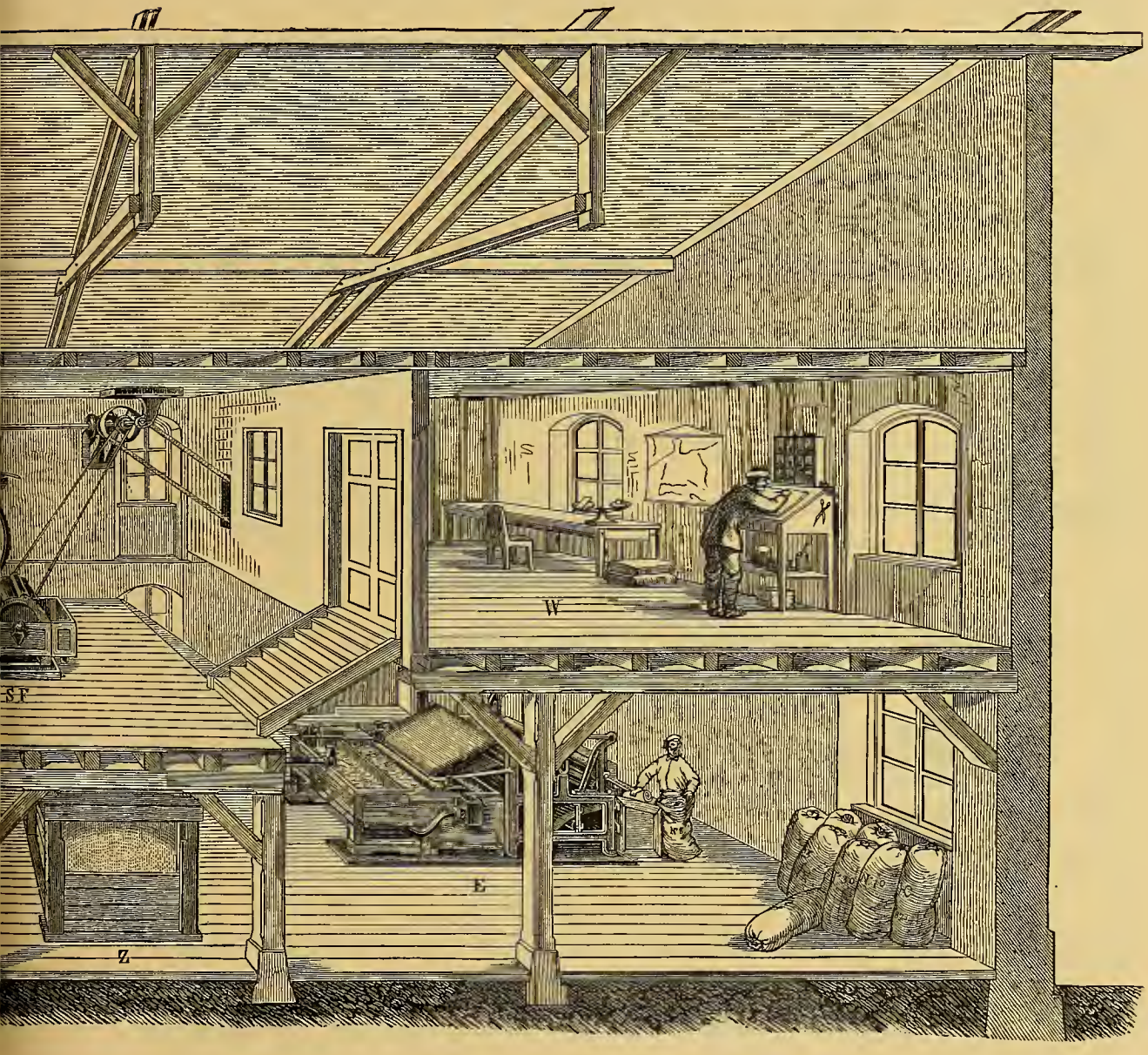



Fig.

und der Stein verhältnissmässig langsam gedreht werden. Dann würde man wohl fein geschliffenen Stoff erhalten, welcher die Sortir-Cylinder und den Mahlgang nur wenig in Anspruch nähme, die Ausbeute würde sich aber so sehr verringern, dass die Fabrikation kaum zu einer gewinnbringenden werden könnte. Zwischen diesen Grenzen die richtige Mitte zu finden, ist die Aufgabe des Fabrikanten.



125

mar
uml
bün
wan
Anl

man nur das Holz fest anzupressen und den stets scharf gehaltenen Stein rasch umlaufen lassen. Man erhält aber dann nicht einzelne Fasern, sondern Faserbündel und Splitter, welche erst durch den Mahlgang in brauchbaren Stoff verwandelt werden müssen. Wollte man, ohne Rücksicht auf die Mengenleistung der Anlage, nur auf Qualität arbeiten, so dürfte das Holz nur ganz schwach angepresst



und der Stein verhältnissmässig langsam gedreht werden. Dann würde man wohl fein geschliffenen Stoff erhalten, welcher die Sortir-Cylinder und den Mahlgang nur wenig in Anspruch nähme, die Ausbeute würde sich aber so sehr verringern, dass die Fabrikation kaum zu einer gewinnbringenden werden könnte. Zwischen diesen Grenzen die richtige Mitte zu finden, ist die Aufgabe des Fabrikanten.

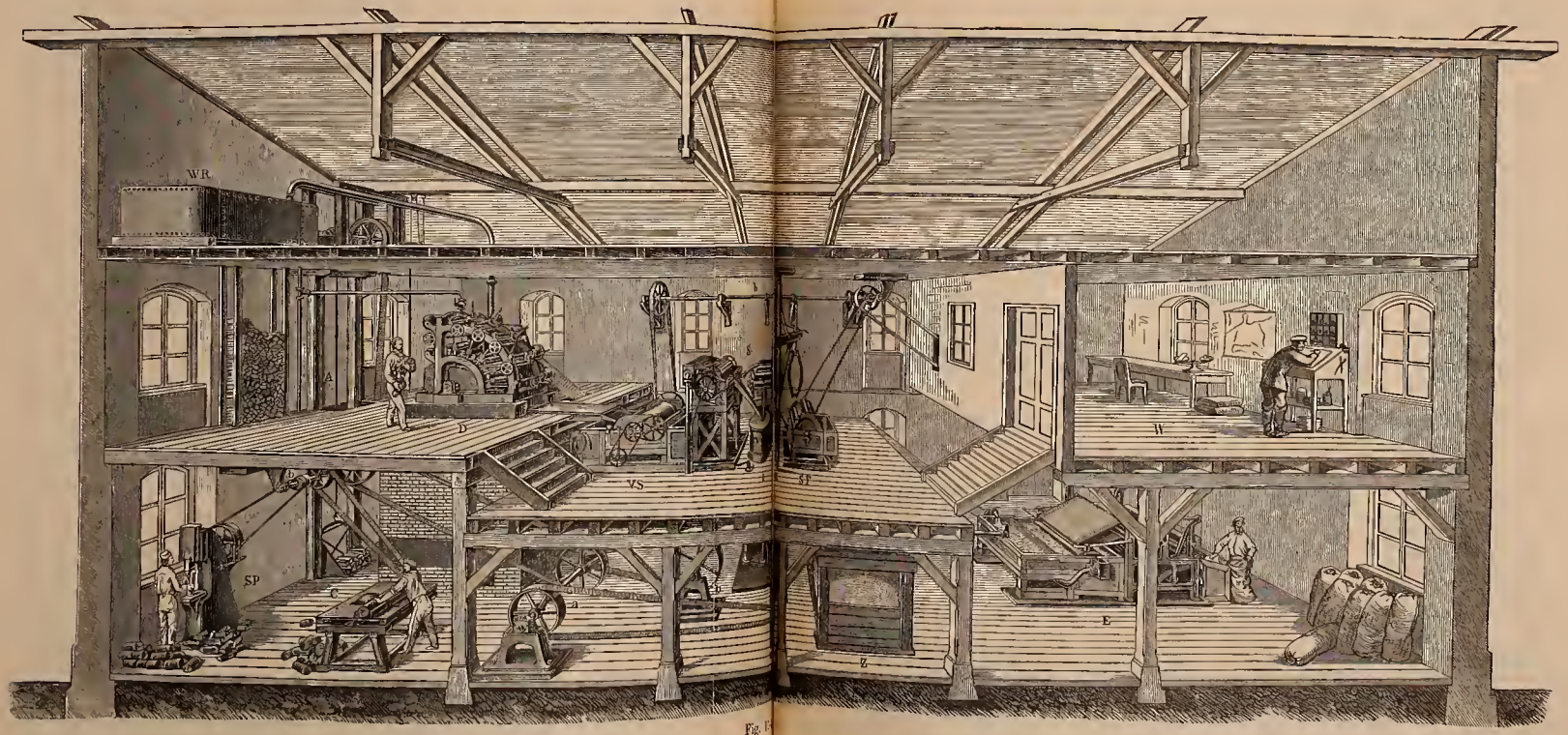
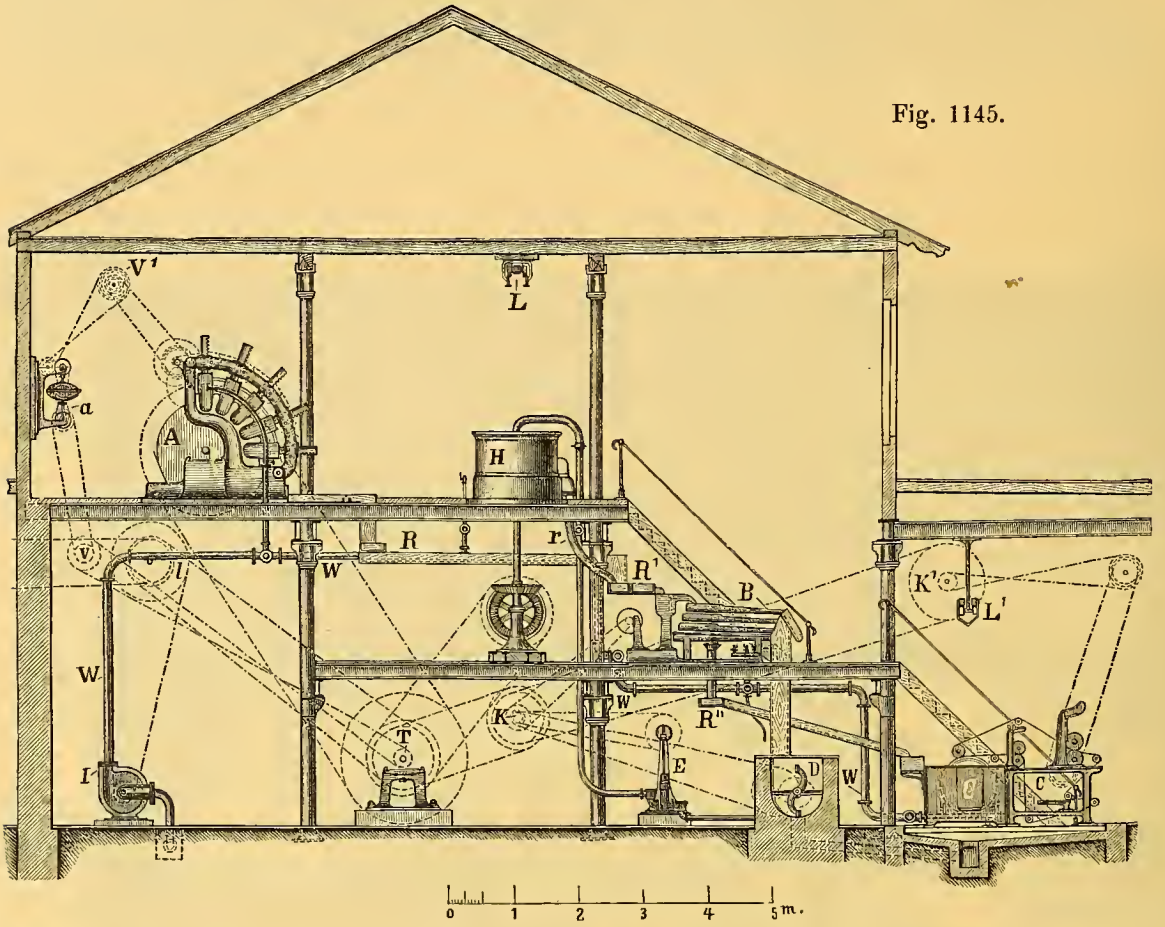



Fig. 1

**470. Völter-Voith'sche Schleiferei.** Der Mitarbeiter Völter's, Herr J. M. Voith in Heidenheim, hat, wie Seite 1236 erwähnt ist, zur Ausbildung der

Fig. 1145.



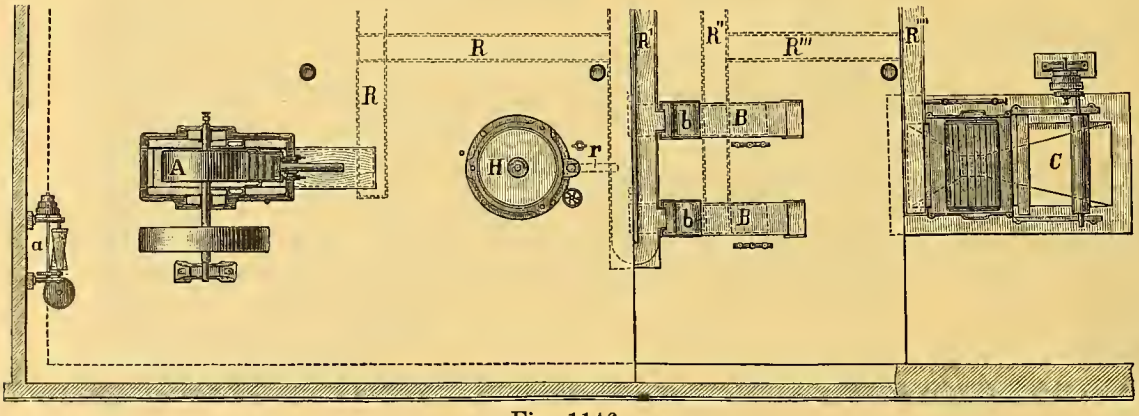




Fig. 1146.

Holzschleiferei wesentlich beigetragen, und seine jetzt (1894) von seinem Sohne geführte Fabrik ist bei den damaligen Einrichtungen nicht stehen geblieben, sondern

hat dieselbe stetig weiter entwickelt. Die Aenderungen ergeben sich aus der neuen in Figg. 1145 und 1146 in 1 : 100 der wahren Grösse in senkrechtem Längsschnitt und Grundriss dargestellten Anlage und den daran schliessenden Einzelbeschreibungen.

Von den Schleifern *A* ab fliesst der Stoff durch Rinnen *R* und $R^1$ in Einlauftröge *b*, aus welchen er auf die Schüttel-Sortirer *B* gelangt. Der durch das untere Sieb eines Sortirers gegangene feine Stoff fällt in die Rinne $R''$ und gelangt durch Rinnen $R'''$ $R''''$ auf die zum Entwässern dienenden Siebcylinder-Maschinen *C*.

Die groben vom obersten Sieb des Schüttel-Sortirers *B* ausgeschiedenen Splitter werden verbrannt oder in anderer Weise verwerthet, sind aber zur Zerkleinerung im Mahlgang nicht geeignet. Die vom mittleren und unteren Siebe ausgeschiedenen guten aber zu groben Fasern fallen unmittelbar in die Rührbütte *D* und werden aus dieser von der Stoffpumpe *E* in den als Feinmühle dienenden Mahlgang *H* befördert. Aus letzterem gelangt der gemahlene Stoff durch Rohr *r* in die von den Schleifern kommende Stoffrinne $R^1$ und nochmals auf den Sortirer *B*.

Ueber den Mahlgängen *H* ist ein Laufkrahn *L* und über den Cylinder-Maschinen *C* ein Laufkrahn $L^1$ zum bequemen Aus- und Einheben der Steine und Siebcylinder angebracht. Der Pressendruck-Regler *a* sorgt für gleichmässige Zuführung des Holzes in den Presskästen der Schleifer *A* mittels Deckenvorgeleges $V^1$ und wird von der Hauptwelle *T* aus durch Zwischenvorgelege *V* angetrieben. Die Schleifer *A* erhalten ihre Bewegung unmittelbar, die Mahlgänge *H* mittels Kegelräder von *T* aus durch Riemen. Die Sortirer *B* und Cylindermaschinen *C* werden durch Vermittelung der Vorgelege *K* $K^1$ von *T* aus getrieben. Die Pumpe *I*, welche durch Röhren *W* das zum Schleifen und Verdünnen des Stoffs u. s. w. erforderliche Wasser fördert, erhält ihren Antrieb von *T* aus durch Vorgelege *l*.

Die Holzputzerei befindet sich in einem Anbau.

Einer der Schleifer *A* ist in Figg. 1147, 1148, 1149 in 1 : 40 der wahren Grösse in Aufrissen und theilweisem Grundriss dargestellt. Das aus der Putzerei kommende gespaltene Holz wird nach Bedarf in die am Gestell *G* befestigten 5 Presskästen *P* gelegt und darin von den Kolben *p* auf den 150 Umdrehungen in der Minute machenden Stein *A* gepresst. Das Holz wird von Hand durch die mit Klappe verschlossenen Oeffnungen *O* in die Presskästen *P* gelegt, während die an Zahnstangen *Z* sitzenden Kolben *p* zurückgezogen sind. Der Antrieb der Schleifer erfolgt meist mittels Riemscheibe *S*, oft auch durch Seilscheibe, selten aber durch Räder.

Zahnstange *Z* mit Kolben *p* erhält ihre Bewegung von dem auf Welle *W*, Fig. 1149, sitzenden Zahnrad *R*. Die Wellen *W* werden von der gemeinsamen Kette *K* durch ihre Kettenräder $R^1$ angetrieben. Diese Kettenräder $R^1$ sind mit Reibungs-Kupplung versehen, nehmen also die Wellen *W* nur mit, wenn diese eingerückt sind. Will man einen Presskasten *P* während der Arbeit von neuem füllen, so hat man nur die Reibungs-Kupplung mit dem Handrad *H* auszurücken, also die Verbindung der Kette *K* mit der einen Welle *W* zu lösen, mit dem Griffrad *J* die Zahnstange *Z* unmittelbar zurückzudrehen und die Klappe *O* zu öffnen. Ist das

Holz eingelegt und $O$ wieder geschlossen, so bringt man durch Drehen des Griffrads $J$ den Kolben $p$ auf das Holz und rückt mit Handrad $H$ die Reibungskupplung wieder ein. Das Ein- und Ausrücken der Presskolben erfolgt in dieser Weise mühelos und stossfrei.

Fig. 1147.

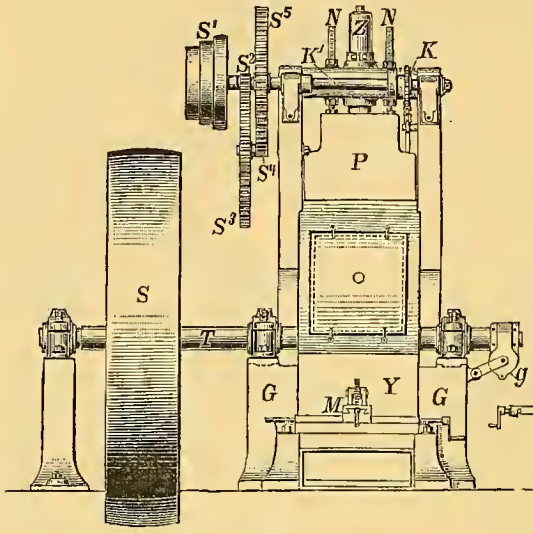
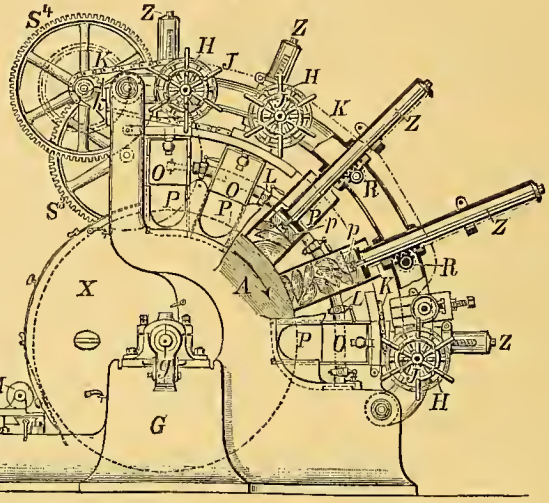
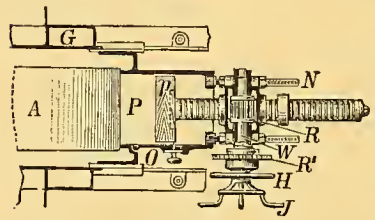



Fig. 1148.




Die gemeinsame Kette wird, wie Fig. 1145 zeigt, durch Vermittlung des Deckenvorgeleges $V^1$ von dem Druckregler $a$ aus in Bewegung gesetzt. Die Stufenscheiben $S^1$, Fig. 1147, des Schleifers sitzen nämlich mit dem Rädchen $S^2$ auf einer gemeinsamen Hohlwelle, die über das Ende der Kettenradwelle geschoben ist und sich auf dieser dreht. Rädchen $S^2$ greift in Rad $S^3$, und dieses dreht durch das auf gleicher Welle sitzende Rädchen $S^4$ das Rad $S^5$ auf der Kettenradwelle $K^1$. Letztere erhält durch diese mehrfache Uebersetzung eine sehr langsame Bewegung. Das Gestell $G$ ist vorn offen, um bequemes Ein- und Ausheben des Steins $A$ mit seiner Welle $T$ zu ermöglichen, nachdem man vorher die Schutzhaube $X$ abgenommen hat. An dieser Vorderseite befindet sich auch die Maschine $M$, welche zum Schärfen dienen kann, falls dasselbe nicht von Hand mit dem Kieshammer ausgeführt wird. Die Schärfrolle ist aus einzelnen Scheiben zusammengesetzt oder besteht aus einem Stahlstück, ist sägenartig gezahnt, und ihre Welle ruht derart in einem Kreuzsupport, dass man sie gleichzeitig gegen den Stein drücken und längs dem Stein hin- und herführen kann. Die Maschine dient jedoch hauptsächlich zum Rundmachen des Steins mit eingelegtem scharfkantigem Stahl. Will man schärfen oder rundmachen, so muss der Stein durch Ausziehen des Schiebers $Y$ der Schutzhaube blossgelegt werden.

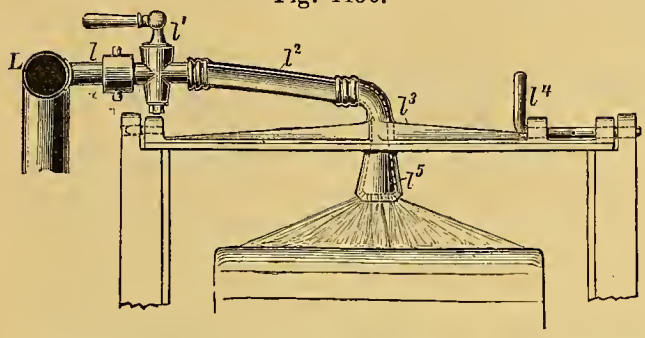
Fig. 1149.




Das zum Schleifen erforderliche Wasser wird durch die auf der Triebseite des Schleifers angebrachte, mit 5 Hähnen versehene Leitung $L$ unter Druck zwischen je 2 Presskasten $P$ zugeführt und gelangt durch das in Fig. 1150 in 1 : 10 der

wahren Grösse dargestellte Zweigrohr $l$, Hahn $l^1$ und Gummischlauch $l^2$ in die mit Rohransatz versehene gusseiserne Platte $l^3$. Diese Platte ist durch einen Zapfen, sowie einen leicht lösbaren Riegel $l^4$ mit dem Gestell des Schleifers verbunden und mit einem Ansatz $l^5$ versehen, durch dessen Spritzlöcher das Wasser über den Stein vertheilt wird. Schleifwasser und Stoff sammeln sich in dem vom Gestell $G$ gebildeten Trog und fliessen aus diesem zur Sortirung ab.

Fig. 1150.




Zur Erhöhung der Wirkung der Steinschärfe auf das Holz und damit der Leistung des Schleifers erhält die Welle $T$ eine Hin- und Herbewegung in der Richtung der Achse von einem am Ende der Welle angebrachten, in dem Gehäuse $g$ eingeschlossenen Schneckengetrieb, welches in Figg. 1151 und 1152 in 1 : 10 der wahren Grösse dargestellt ist. Die Schnecke $g^1$ sitzt auf einem Zapfen der Schleiferwelle $T$ und setzt das in dem zweitheiligen Gehäuse $g$ eingeschlossene Schneckenrad $h$ in langsame Drehung. Die Nabe von $h$ ist exzentrisch ausgebohrt und trägt in dieser Bohrung einen Bolzen $i$, der durch Flacheisen-Schienen $k$ mit dem Gestell $G$ des Schleifers gelenkig verbunden ist. Bei der Drehung des Schneckenrads ändert sich der Abstand des Bolzens $i$ vom Gestell $G$ stetig, gemäss der Exzentrizität. Hierdurch wird das Schneckenrad, mit ihm das Gehäuse $g$ langsam hin- und herbewegt und nimmt die Schleiferwelle $T$ dabei mit. Obwohl die Hin- und Herbewegung des Steins sehr zweckmässig scheint, wird sie von manchen Fabrikanten verworfen, weil nach ihrer Erfahrung die Schleiffläche dadurch konkav ⌒ ausgearbeitet wird. Um die Schleiffläche gerade ⌐¬ zu erhalten, haben dieselben die in Figg. 1151 und 1152 dargestellte Einrichtung wieder entfernt.

Fig. 1151.

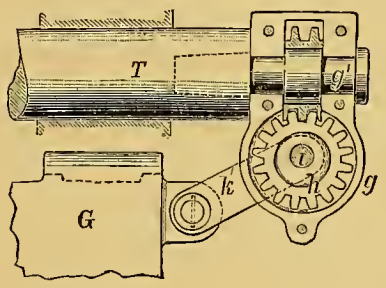



Fig. 1152.

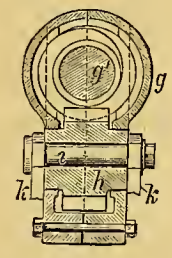
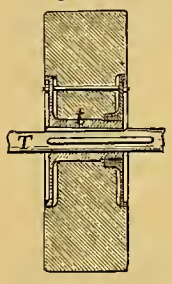



Fig. 1153.




Da der Stein von anfänglich 1400 mm Durchmesser durch Abnutzung immer kleiner wird, so müssen die Presskasten $P$ mittels der Stellschrauben $N$, Fig. 1149, nach Bedarf der Steinfläche genähert werden. Der Stein $A$ ist nicht einfach zwischen zwei seitlichen Scheiben gefasst, sondern hat, wie der Querschnitt der Fig. 1153 zeigt, eine durch den ganzen Stein reichende Nabe $t$, auf deren gedrehtem Ende die andere Scheibe sitzt. Büchse $t$ wird, ehe sie auf die Welle $T$ gebracht wird, mit dem Stein vergossen und mit diesem wie eine Riemscheibe auf die Welle gekeilt, sowie bei Bedarf davon losgekeilt. Da der Stein hierbei keine Beschädigung erleidet, so kann er für einen kleineren dreipressigen Schleifer weiter benutzt werden, wenn er bis auf den hierzu passenden Durchmesser abgenutzt ist.

Jedes in einem Presskasten liegende Stück Holz ändert fortwährend seine Schleiffläche. Wird beispielsweise ein rundes Holz gegen den Stein gepresst, so ist dessen Berührungs- oder Schleiffläche anfangs sehr klein ⎯○⎯, wird am grössten, wenn es halb durchgeschliffen ist ⎯⌒⎯, und nimmt dann wieder ab, bis es aufgebraucht ist. Wirkt auf das Holz eines Presskastens stets der gleiche Gewichts- oder hydraulische Druck, wie es bei Einzelpressung der Fall ist, so ändert sich der Druck auf das Quadratcentimeter Schleiffläche im Verhältniss zur Grösse der Gesammtschleiffläche des im Kasten befindlichen Holzes. Angenommen ein Schleifholz habe 20 cm Durchmesser und 50 cm Länge, bei Beginn sowie am Schluss des Schleifens sei die Auflagefläche 2 cm breit, und es werde beständig mit 500 kg gegen den Stein gepresst, so wäre der Druck auf:

1 qcm Schleiffläche am Anfang und Ende $\frac{500}{2 \times 50} = 5$ kg

1 „ „ bei halbverbrauchtem Holz $\frac{500}{20 \times 50} = 0{,}5$ kg.

Bei einem Druck von 5 kg auf das qcm wird der Holzschliff sehr viel gröber ausfallen als bei dem zehnfachen schwächern Druck, und ein belasteter Presskasten wird daher ein Gemenge aus grobem, mittlerem und feinem Schliff liefern. Der Schliff wird zwar sortirt, und die groben Theile werden dann noch fein gemahlen, aber der feingemahlene Stoff kommt dem feingeschliffenen an Güte niemals gleich.

Zur Vermeidung dieser Ungleichheit dient in erster Linie die gemeinschaftliche Kette *K*, welche den Gesammt-Druck gleichmässig auf die in den arbeitenden Kasten auf den Stein gedrückte Holzfläche vertheilt. Da die 5 Kasten abwechselnd beschickt werden, und selten mehr als einer ausser Betrieb ist, so ändert sich auch die Gesammt-Anlagefläche und folglich auch der Druck auf das qcm nur wenig, und der Stoff muss viel gleichmässiger ausfallen als bei Einzelbelastung.

Bei der in Figg. 1145 und 1146 dargestellten Anordnung ist der gemeinsame Druck, mit welchem die Kolben *p* der Schleifkasten vorgetrieben werden, dadurch auf eine noch grössere Schleiffläche vertheilt, dass derselbe von einem Druckregler *a* ausgeht, der die Ketten *K* einer Reihe von Schleifern bewegt, die von gemeinsamer Welle getrieben werden. Infolge dieses Antriebs des Pressenvorschubs von einer Stelle aus erhält derjenige Schleifer, auf welchem zu einer Zeit geringere schleifende Holzfläche liegt als auf den anderen, auch verhältnissmässig weniger Pressendruck, und die Schwankungen im Druck auf das qcm werden noch um so kleiner, je mehr Pressen von dem Regler *a* gleichzeitig bedient werden. Der Stoff muss also, wenn 4 fünfpressige Schleifer in solcher Weise zusammen arbeiten, noch viermal gleichmässiger werden und viermal weniger Stoff auf die Feinmühle liefern, als wenn nur die 5 Pressen eines Schleifers zusammen arbeiten.

Jede Kette *K* wird von einem Kettenrädchen *k* (Fig. 1148) angetrieben, welches seine Bewegung vom Vorgelege $V^1$, Fig. 1145, erhält. Diese Welle $V^1$, welche alle Schleiferketten in Bewegung setzt, wird von den Stufenscheiben des Reglers *a* getrieben, der selbst von der Hauptwelle *T* aus durch Vermittlung einer Zwischenwelle *V* in Bewegung gesetzt wird.

Der Regler *a*, Fig. 1154, ist wie die Regulatoren der Dampfmaschinen mit Schwungkugeln versehen, die in einem Gehäuse $a^1$ eingeschlossen sind und mit ihrem

Steigen und Fallen auf die Hebelübersetzung *b c* einwirken. Bei *c* befindet sich die waagrechte Welle, um die sich der Riemenschalter *f* dreht, und die in dem durch *d* angedeuteten festen, an dem Gestell befestigten Träger gelagert ist. Das obere Ende des Schalters *f* bewegt sich längs dem Bogen *g* hin und verschiebt dabei den gekreuzten Riemen der Kegelscheiben. Kommt die Hauptwelle und mit ihr die Riemscheibe *h* der untern Kegelscheibe in zu rasche oder zu langsame Bewegung, so wird diese auch auf die Schwungkugeln in $a^1$ übertragen, diese heben oder senken sich und verschieben den Riemenschalter *f* so, dass die Welle der oberen Kegelriemscheibe die richtige Geschwindigkeit beibehält und durch die Stufenscheibe auf die Schleifer überträgt.

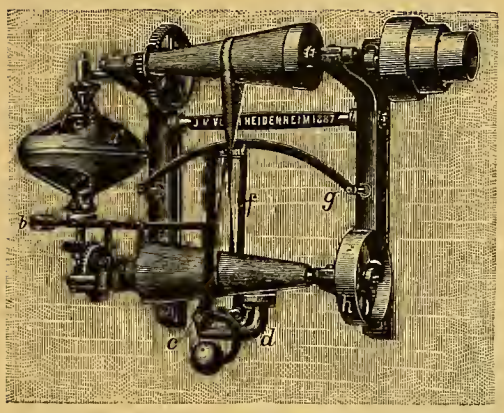


Fig. 1154.

Die Zuführung oder der Vorschub des Holzes soll bei gleichmässiger Arbeit etwa 8 mm in der Minute betragen, und der Regler ist so angeordnet, dass bei mittlerer Stellung des Kegelscheiben-Riemens dieser Vorschub erzielt wird. Will man bei Anwendung weicheren oder härteren Holzes, der grösseren oder geringeren Schärfe des Steins wegen, oder um feineren oder gröberen Schliff zu erzeugen den Vorschub langsamer oder schneller machen, so hat man nur den Riemen, welcher vom Druckregler auf die Welle $V^1$ läuft, von der mittleren Riemscheibe auf eine der anstossenden Scheiben zu bringen.

Bei richtigem Umlauf der Turbine steht der Regler und damit auch der Kegelscheiben-Riemen in der Mitte und ertheilt den Schleiferpressen die richtige Zuführungsgeschwindigkeit.

Falls nun aus irgend einem Grunde eine Aenderung in der Kraftabgabe der Turbine eintritt, sei es durch Lösen einer leer gewordenen Presse, Klemmen eines Holzes im Presskasten, durch Aus- oder Einrücken von Nebenmaschinen, Kreissägen oder dergl., wodurch die Turbine schneller oder langsamer zu gehen bestrebt ist, so rückt der Regler augenblicklich den Kegelscheiben-Riemen nach einer Seite und vergrössert oder verkleinert den Pressenvorschub genau um so viel, als zur Einhaltung der richtigen Geschwindigkeit der ganzen Anlage nöthig ist. Der Regler vertheilt also beispielsweise den auf eine ausgerückte Presse bisher geübten Druck sofort auf sämmtliche anderen Pressen und giebt diesen Druck augenblicklich wieder für die neueingerückte Presse frei. Derselbe arbeitet um so gleichmässiger, auf je mehr Pressen er den frei werdenden Druck vertheilen oder von je mehr Pressen er ihn nehmen kann.

Die Zahl der Pressen, welche im Betriebe sind, sollte stets in richtigem Verhältniss zu der verfügbaren Kraft der Turbine stehen. Ist die Wassermenge z. B. auf die Hälfte gesunken, so sollte auch nur ungefähr die Hälfte der Pressen arbeiten, damit dem Regler keine zu grosse Ausgleichung zugemuthet wird. Den besten Anhalt, ob mit der richtigen Pressenzahl gearbeitet wird, giebt ein Blick auf den Riemenführerhebel. Steht derselbe dauernd weit ausserhalb der Mitte, hält er sich gleichmässig nahe an der Leerscheibe, so sind für die verfügbare Kraft

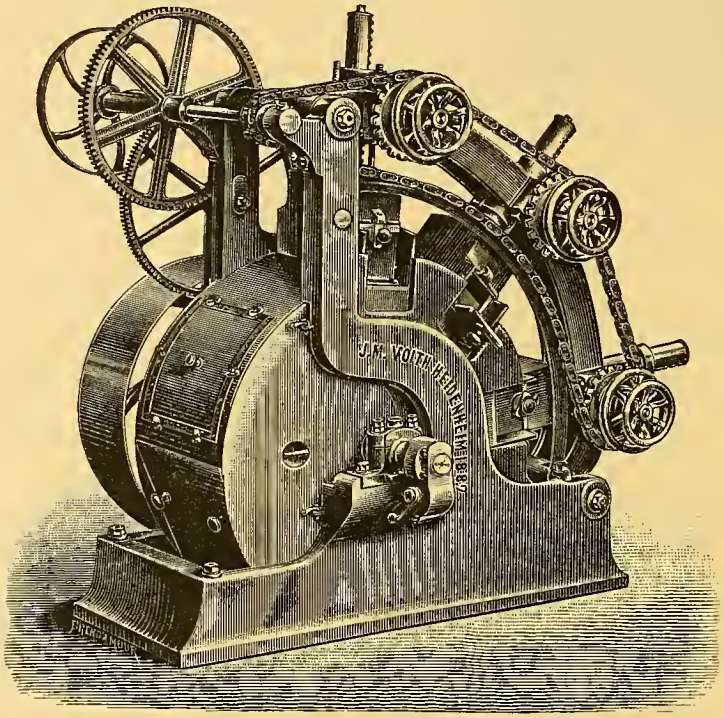
zu viele Pressen im Betrieb; bleibt der Riemführerhebel zu sehr in der Nähe des Reglers, so sind zu wenig Pressen eingerückt.

Man hat überhaupt stets dafür zu sorgen, dass die Hauptwelle sowohl wie die Turbine mit der dafür bestimmten Geschwindigkeit umläuft, da bei dieser die beste und grösste Leistung aller Maschinen erzielt wird, und die Nutzleistung der Turbine bei verminderter Geschwindigkeit sinkt.

Bei Anlagen mit nur einem Schleifer kann der Druckregler auf dem höchsten Theil des Gestelles *G* angebracht werden.

Ein fünfpressiger Schleifer von beschriebener Art braucht für $^1/_3$ m langes Holz 60 bis 70, für $^1/_2$ m langes 90 bis 100 Pferdestärken. Auf 100 Pferdestärken braucht man etwa 500 bis 600 l Wasser in der Minute für die ganze Schleiferei. Zur Erzeugung von 100 kg besten lufttrocknen Schliffs in 24 Stunden sind je nach Alter und Güte des Holzes 7 bis 8 Pferdestärken erforderlich.

Fig. 1155.



Ein Schleifer mit 3 Pressen, deren Zuführung von der Schleiferwelle aus angetrieben wird, ist in Fig. 1155 perspektivisch dargestellt. Der Stein hat 1200 mm Durchmesser, macht 180 Umdrehungen in der Minute und braucht für $^1/_3$ m langes Schleifholz 36 bis 42 Pferdestärken.

Aus Fig. 1145 ist ersichtlich, wie der von den Schleifern *A* kommende Stoff aus der Rinne $R^1$ in Einlaufträge *b* und aus diesen in Sortirer *B* gelangt, von denen einer in Figg. 1156 und 1157 in 1:30 der wahren Grösse besonders dargestellt ist. Der Stoff gelangt zunächst in den Kasten *A* und aus diesem in

ganzer Siebbreite auf das oberste der drei Schüttelsiebe $S^1$ $S^2$ $S^3$, welches nur diejenigen Splitter zurückhält und in das Kästchen $K$ abgiebt, deren weitere Verarbeitung zu Stoff nicht lohnt. Das Sieb $S^1$ ist desshalb mit Löchern von 3,5 mm Durchmesser versehen, von denen sich etwa 330 im qdcm befinden. Der durch die Löcher gegangene Stoff fällt auf Sieb $S^2$, welches etwa 1200 Löcher von 1,5 mm Durchmesser auf das qdcm hat und die Theile des Schliffs, welche nicht durchgehen, in den hölzernen Schlot $B$ befördert, welcher sie in die Rührbütte ($D$ Fig. 1145) bringt, aus welcher der Mahlgang ($H$ Fig. 1145) gespeist wird. Der durch die Löcher von $S^2$ gegangene Stoff fällt auf Sieb $S^3$, welches etwa 2700 Löcher von 0,5 bis 1 mm Durchmesser auf das qdcm hat und den zu groben Stoff gleichfalls in den Schlot $B$ gelangen lässt. Nur diejenigen Theile des Stoffs, welche fein genug sind, um durch die Löcher von $S^3$ zu gehen, fallen in den Trog $T$ und werden von der an den Ausguss $R$ schliessenden Rohrleitung ($R''$ $R'''$ $R''''$ Fig. 1146) der Entwässerungsmaschine ($C$ Figg. 1145/6) zugeführt. Alle drei Siebe werden von drei unter gleichen Winkeln zueinander stehenden Excentern von der in Ständern $L$ gelagerten Welle aus 450 mal in der Minute hin- und herbewegt. Sie sind mit den Enden $E$ der Excenter durch hölzerne Federn $F$ verbunden, haben gelochte Flächen von je 1215 mm Länge,

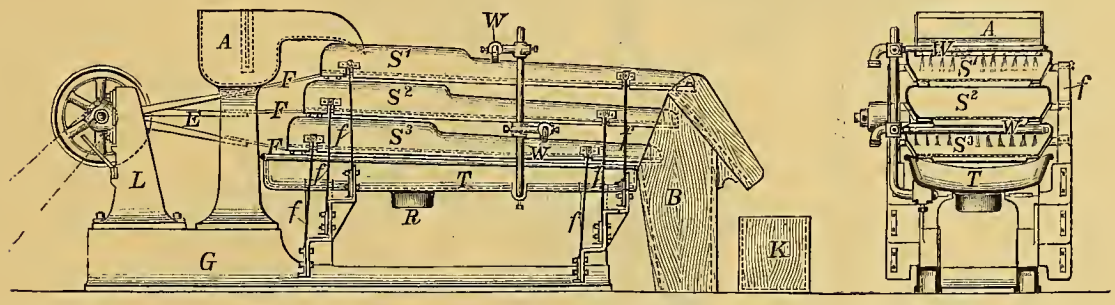



Fig. 1156.



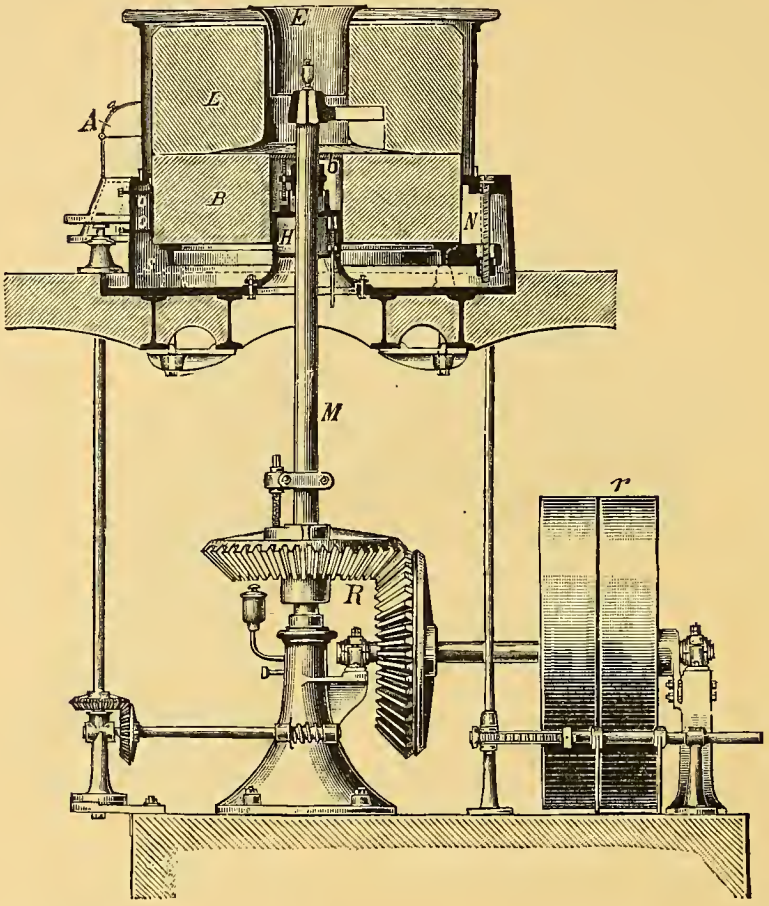

Fig. 1157.

480 mm Breite und 1,5 mm Dicke. Die Schüttelsieb-Rahmen haben 1500 mm Länge, nach $B$ hin ein Gefälle von 50 mm, und ruhen mit ihren 4 Tragzapfen in Federn $f$ aus hartem Holz, welche unten am Gestell $G$ befestigt sind. Der grösste Theil des Stoffes geht erfahrungsmässig schon auf dem ersten Drittel der Siebe durch deren Löcher, und auf den Sieben $S^1$ und $S^3$ wird mit kräftig wirkenden Spritzröhren $W$ derart gewaschen, dass nur wenig feiner Stoff mit den Splittern und groben Fasern zurückbleibt. Man könnte anstelle der Siebe $S^2$ und $S^3$ ein einziges von genügender Grösse anwenden, würde aber nach Ansicht des Erfinders J. M. Voith damit keine ebensogute Sortirung wie mit 3 Sieben erzielen.

Der Sortirer geht nach Versicherung des Erbauers so ruhig, dass er keine besonderen Fundamente braucht und überall aufgestellt werden kann. Er verarbeitet in 24 Stunden 600 kg trocken gedachten weissen Querschliff Nr. 1, oder 500 kg braunen Querschliff oder Schmidt'schen Langschliff. Da der Sortirer den feinen Stoff sehr vollkommen ausscheidet, so gelangt davon wenig auf den Mahlgang, der infolgedessen mehr leisten kann oder weniger Kraft in Anspruch nimmt, als bei weniger guter Sortirung.

Der in Figg. 1145 und 1146 mit *H* bezeichnete Mahlgang ist in Fig. 1158 in 1 : 30 der wahren Grösse besonders dargestellt. Der Bodenstein *B* ist in einer gusseisernen Schaale *S* gelagert und wird mit Schrauben *N* in der Höhe, mit Schrauben *O* seitlich verstellt und festgehalten. Das Halslager *H* ist unmittelbar auf die Schaale *S* geschraubt, nicht, wie oft üblich, nur im Bodenstein befestigt, und führt infolgedessen das Mühleisen, d. h. die senkrechte Welle *M* immer senkrecht, falls das Ganze richtig gearbeitet und aufgestellt ist. Der Antrieb erfolgt von Los- und Festscheiben *r* aus mittels Kegelräder *R*. Wenn Schleifer

Fig. 1158.

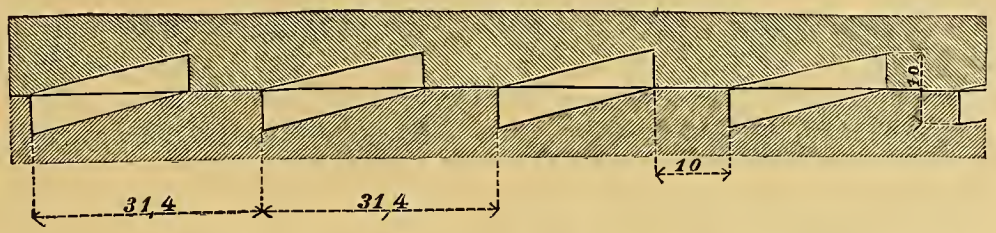



mit senkrechten Wellen angewendet werden, kann der Antrieb von diesen Wellen aus unmittelbar mit hochkantig laufenden Riemen bewirkt werden.

In Fig. 1159 ist die Schärfung der Steine im Aufriss in wahrer Grösse und in Fig. 1160 im Grundriss in 1 : 15 der wahren Grösse dargestellt. Die Rillen oder Vertiefungen werden so in den Bodenstein gehauen, dass sie am äussern Umkreis des 1200 mm grossen Steins, wie Fig. 1159 zeigt, 31,4 mm auseinander stehen. Durch diese Theilung sind die äusseren Endpunkte der Rillen gegeben, und man hat nur von diesen Punkten aus die Linien zu ziehen, in welchen die Vertiefungen liegen sollen. Diese Linien sind Segmente von Kreisen, deren

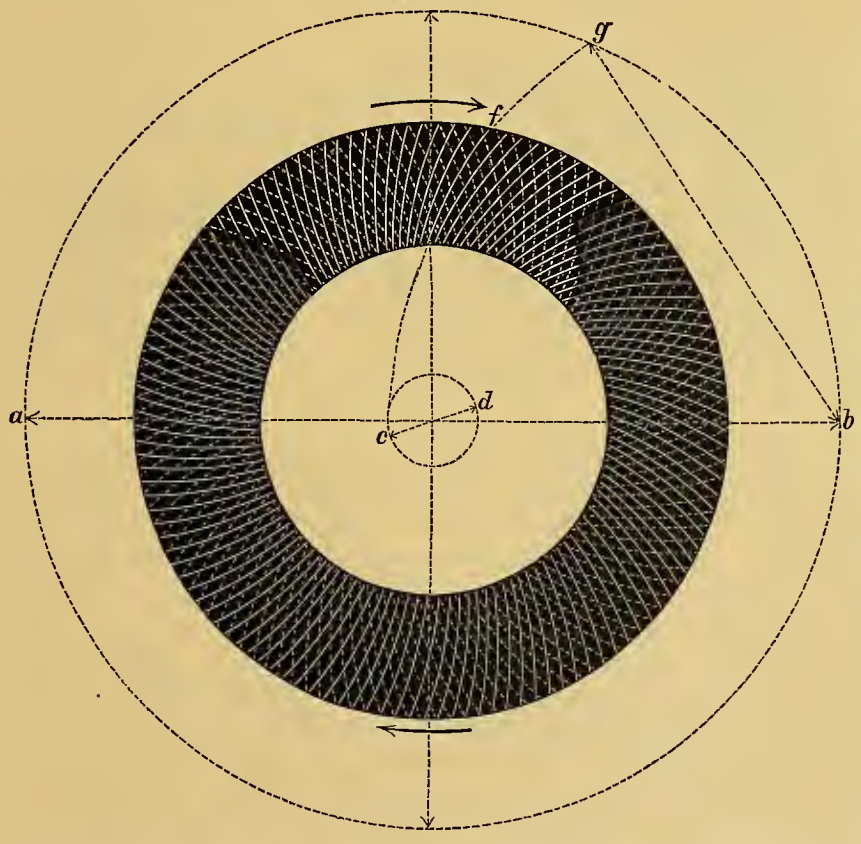
Mittelpunkte in dem punktirten äusseren Kreise *a—b* von 1660 mm Durchmesser liegen, und die an einem Punkte den innern punktirten Kreis *c—d* von 165 mm Durchmesser berühren. Man setzt beispielsweise den Zirkel im Theilungspunkt *f* ein und sucht von dort aus mit einem Radius *g—b* von 910 mm den Schnittpunkt mit dem Kreise *a—b*, welcher der Mittelpunkt des gesuchten Kreises ist. Von hier, in diesem Falle vom Punkte *b* aus, zieht man den Kreis mit 910 mm Radius, d. h. so, dass er den innern Kreis *c—d* berührt. Genau ebenso wird der

Fig. 1159.




Läufer behauen und, wenn man ihn dann mit der geschärften Seite nach unten dreht, so stehen seine Rillen so, wie die punktirten Linien in Fig. 1160 zeigen. Drehen sich die punktirten Rillen des Läufers in der Richtung der Pfeile, so schneiden sich die Rillen unter gleichen Winkeln und schieben den Stoff von innen nach aussen. Wenn der Läufer nicht rechts, also mit dem Uhrzeiger, sondern links umläuft, so legt man die Schärflinien in umgekehrter Richtung. Die Leistung des Mahlgangs hängt in hohem Maasse von der richtigen Beschaffenheit der Steine ab, die hart aber doch porös sein sollen.

Fig. 1160.




Der vom Sortirer kommende Stoff fliesst durch den Einguss *E* (Fig. 1158) auf den Bodenstein, dessen innere 280 mm weite Oeffnung durch ein eingesetztes Brett *b* abgeschlossen ist. Der Eintritt zwischen Bodenstein und Läufer *L* wird dem Stoff dadurch erleichtert, dass die untere Fläche des Läufers

von dem geschärften Theil ab nach innen zu ansteigt, im Innern 30 mm vom Bodenstein absteht und abgerundete Ecke hat. Der Abfluss des gemahlenen Stoffes erfolgt durch den an geeigneter Stelle des Mantels angebrachten Auslass *A*.

Bei guter Sortirung genügt ein Mahlgang für eine Anlage mit 150 bis 200 Pferdestärken. In demselben wird der Stoff wirklich zermahlen, verliert grossentheils seine Faserform und kann nur noch zum Ausfüllen der Zwischenräume dienen, welche in dem Fasergewirre des Papiers bleiben. Manche Fabrikanten halten eine mässige Menge gemahlenen Stoffes hierzu für erforderlich, weil er das Papier zu einer dichter geschlossenen undurchsichtigeren Masse macht, dagegen leidet die Güte sehr, wenn infolge schlechten Schleifens zu viel Stoff durch die Mahlgänge geht. Da diese nur die Theile des Stoffes verwendbar machen sollen, welche zur Verarbeitung zu grob sind, so muss man sich stets bemühen, so zu schleifen, dass für die Mahlgänge möglichst wenig Arbeit übrig bleibt.

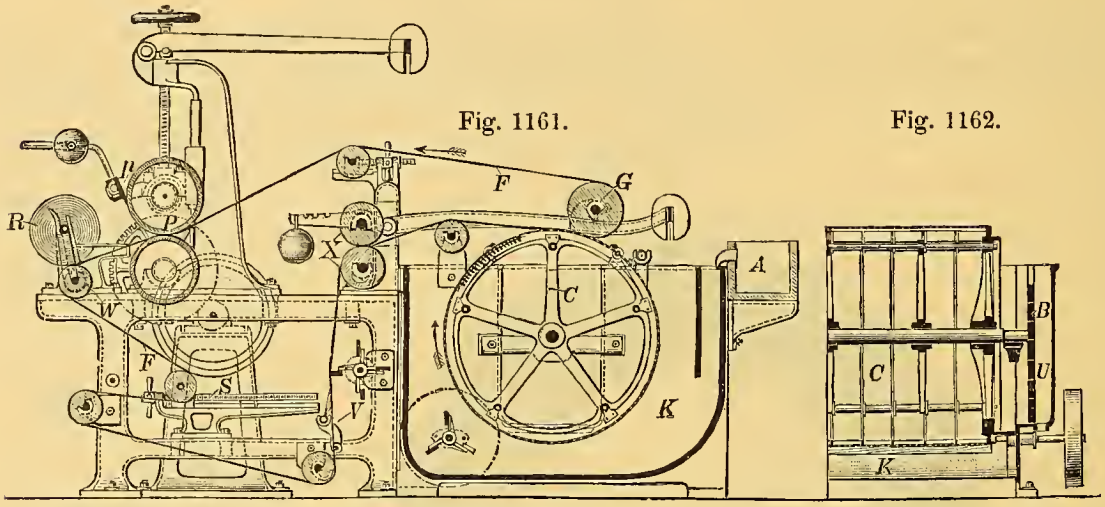



Fig. 1161. Fig. 1162.

Zur Entwässerung des fertigen Schliffs dient die Cylindermaschine *C* (Figg. 1145 und 1146), welche von der in Abschnitt 321, Seite 853 und Folge, beschriebenen Art ist. In Fig. 1161 ist ein Längsschnitt und in Fig. 1162 ein Querschnitt durch den Siebcylinder in 1 : 30 der wahren Grösse gegeben. Der vom Sortirer kommende Stoff tritt zunächst in den Kasten *A* und aus diesem in den Trog *K* des Siebcylinders *C*. Die Fasern legen sich, wie Seite 856 beschrieben, auf das Sieb und bilden Papier, welches auf dem Scheitel des Cylinders von dem endlosen Filz *F* abgenommen wird. Der um die belastete Walze *G* geführte Filz setzt den Cylinder durch Reibung in Bewegung und führt den Stoff durch das mit Hebel und Gewichten belastete Walzenpaar *P* nach der Walze *W*, wo er von einer lose im Gestell gelagerten und geführten Wirbelwelle aufgenommen und selbstthätig zu einer Rolle *R* aufgewickelt wird.

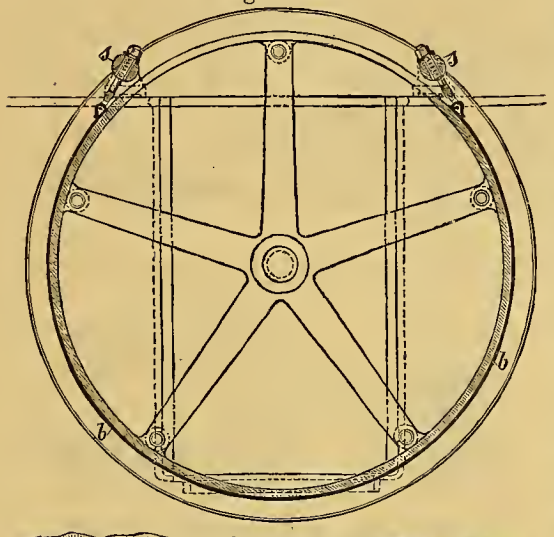
Statt dessen kann man auch den durch einen Schaber *p* von der obern Presswalze abgelösten Stoff in einen Kasten fallen lassen, in welcher Form er als sog. Schabstoff in Säcke verpackt wird. Nach Entfernung des Schabers *p* kann

der Stoff auch auf der obern Presswalze $P$ bis zu einer gewissen Dicke aufgewickelt und dann in Form von Pappe abgenommen werden.

Von Walze $W$ läuft der Filz $F$ über die Spannvorrichtung $S$, durch die Filzwaschvorrichtung $V$ und die Filzwaschpresse $X$ zurück auf den Cylinder $C$.

Der Cylinder $C$ ist links und rechts mit Ausgüssen $U$ versehen, von denen in Fig. 1162 nur einer dargestellt ist. In denselben kann man durch Staubrettchen $B$ den Stand des Stoffs im Cylinder auf der erforderlichen Höhe halten. An beiden Enden des Cylinders befinden sich ringförmige Ansätze $r$, welche, wie Figg. 1163 und 1164 in grösserem Maassstab zeigen, an gleich grosse Ansätze $r^1$ der Innenwand des Kastens $U$ (Fig. 1162) stossen. Metallbänder $b$ mit Spannvorrichtung $s$, welche um beide Ansätze gelegt werden, dienen zur Abdichtung.

Fig. 1163.



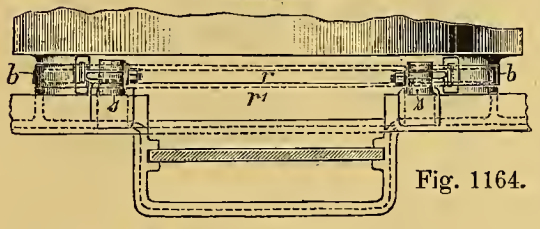
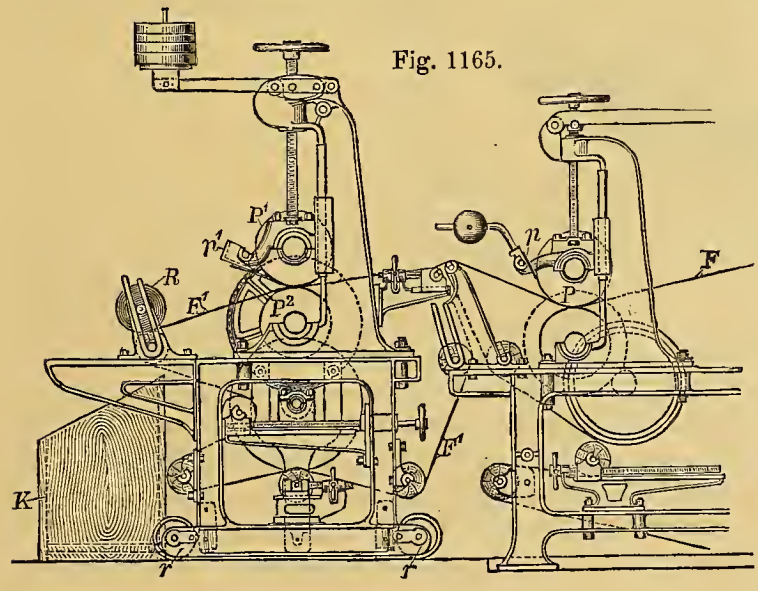




Fig. 1164.

Gewöhnlich wird der Stoff auf der Cylindermaschine bis auf 33 pCt. Trockengehalt entwässert, d. h. der entwässerte Stoff enthält noch 67 pCt. Wasser. Wenn man den Stoff auf 45 bis 48 pCt. Trockengehalt bringen will, muss man der Nassmaschine eine zweite Presse zufügen. In Fig. 1165 sind beide Pressen so dargestellt, wie sie sich dem in Fig. 1161 dargestellten Cylinder anschliessen. Die erste Presse ist danach ganz unverändert, nur die Aufwickelwalze bleibt unbenutzt. Die Stoffbahn läuft vielmehr auf und mit dem zweiten Filz $F^1$ zwischen den Presswalzen $P^1$ und $P^2$ durch, wird dort nochmals ausgepresst und entweder bei $R$ oder auf Walze $P^1$ gerollt, oder vom Schaber $p^1$ in Stücken abgenommen und vom Filz $F^1$ in den Kasten $K$ befördert. Die zweite Presse steht auf Rollen $r$ und kann der Nassmaschine angefügt oder weggelassen werden.

Fig. 1165.




Eine Cylindermaschine solcher Art entwässert je nach der Länge des Siebcylinders in 24 Stunden 1500 bis 2200 kg trocken gedachten Stoffs.

**471. Holzschleife von J. G. Enge in Petersdorf bei Warmbrunn in Schlesien.** Die in Figg. 1166, 1167 und 1168 in 1 : 200 der wahren Grösse dargestellte Holzschleife wurde 1882 gebaut. Die 200 pferd. Turbine *B* ist mit eisernem, die 100 pferd. *C* mit hölzernem Gebälk in den Turbinenschacht eingebaut.

Fig. 1166.

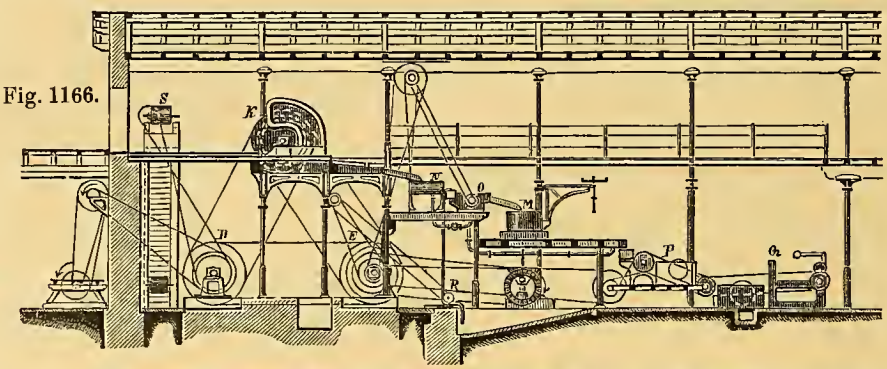
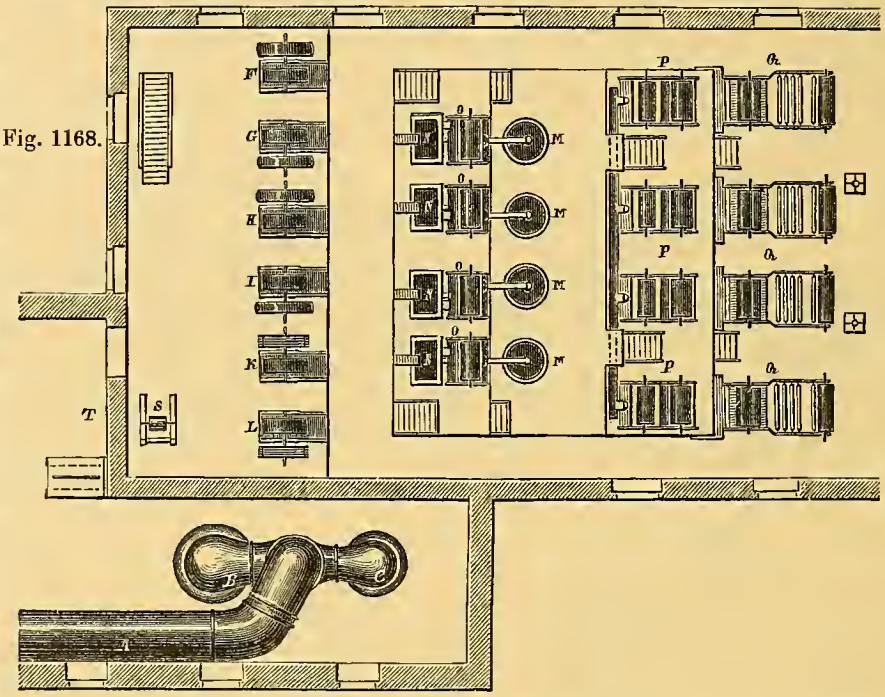


Fig. 1168.



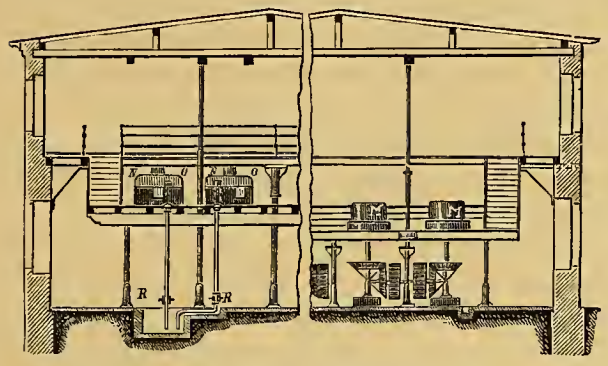
Von den Turbinen führen zwei parallel im Erdgeschoss liegende, mit Riementrieb gekuppelte Hauptwellenstränge *D* und *E* in den Schleifraum, wo dieselben auf gusseisernen Böcken und in Säulenkonsolen gelagert sind.

Der Antrieb der Schleifer erfolgt von den Hauptsträngen, bei vier Schleifern *FGHI* mittels Riemen von 400 mm Breite, bei den zwei anderen *K* und *L* mittels je 5 Hanfseile von 45 mm Durchmesser. Die Feinmühlen *M* werden ebenfalls direkt von der Hauptwellenleitung, jedoch mit Baumwollriemen, angetrieben, die Uebertragung auf die Mühleisen erfolgt, wie aus Fig. 1167 ersichtlich ist, durch Kegelräder. Splitterfang *N* und Vorsortircylinder *O* erhalten ihre Bewegung durch Riemen von einem Deckenvorgelege (Fig. 1166). Eine weitere Nebenwelle, auf gusseisernen Böcken gelagert und von der Hauptwelle mit Riemen und Kegelrädern angetrieben, vermittelt die Bewegung der Feinsortircylinder *P*, der Rührwerke und Pappenmaschinen *Q*. Ein an den Säulen der Schleifsteinträger angebrachtes Vorgelege treibt die Centrifugalpumpen *R*.

Der Holzaufzug *S* erhält seine Bewegung von der Hauptwelle *D* mittels Riemen. Ein von derselben Welle getriebenes Wandvorgelege im Schälhause *T* dient zur Bewegung der Kreissäge und der Rindenschälmaschine.

Das auf der Kreissäge geschnittene, von der Schälmaschine geputzte und durch den Holzaufzug *S* zu den 6 Schleifern *FGHIKL* geförderte Holz wird daselbst zerfasert, läuft, vom Spülwasser getragen, in eine quer vor den Schleifern auf den Gusstraversen liegende Rinne aus Eisenblech und durch regulirbare Ablaufrinnen in die knotenfangartigen Splitterfänge *N*. Deren Antriebswellen machen 80 Umdrehungen in der Minute und lassen die Kasten mit ihren rundgelochten Böden viermal in der Minute niederfallen.

Fig. 1167.



Der splitterfreie Stoff gelangt von hier durch eine regulirbare Oeffnung auf den Vorsortir-Cylinder *O*. Der feinere Stoff fliesst durch dessen Siebmaschen, der gröbere wird vom Cylinder mit einer Holzwalze, von dieser durch einen Schaber abgenommen und fällt in einen Trog, dessen Schnecke ihn der Feinmühle *M* zutreibt. In den Feinmühlen wird der nicht fein genug geschliffene Stoff weiter zerkleinert und läuft dann mit dem von dem Vorsortircylinder *O* durchgelassenen Stoff in eine quer vor den Feinsortircylindern liegende Rinne aus Eisenblech, welche ihn durch Ventile in beliebiger Menge auf die Feinsortircylinder *P* fliessen lässt.

Auf dem Metalltuch des vorderen Feinsortircylinders bleiben die gröbsten Stofftheile zurück, die feineren gehen durch und kommen auf den folgenden mit noch feinerem Sieb bedeckten Cylinder. Nur der Stoff, den dieser durchlässt, ist zur Papierfabrikation direkt brauchbar und fliesst auf die Pappenmaschine *Q*, die nur die Aufgabe hat, ihn zu entwässern und damit in versandtfähige Form zu bringen oder in Holzpappe zu verwandeln. Neuerdings (1894) wenden die Erbauer nur noch einen anstelle der beschriebenen zwei Feinsortircylinder an.

Der Stoff, welcher nicht fein genug war, um durch die Siebe der beiden Feinsortircylinder zu dringen, wird von diesen durch Walzen, von diesen wieder durch Schaber abgenommen und fällt in eine Rinne zwischen den in entgegengesetzter Richtung umlaufenden Cylindern. Eine Transportschnecke schiebt ihn weiter, bis er in einen Behälter mit Rührwerk gelangt, und sofern er sich auf seinem Wege zu Klumpen verfilzt hat, durch Rührer zertheilt und in dem dadurch hergestellten gleichmässigen breiigen Zustande durch die Schleuderpumpe *R* wieder in die Vorsortircylinder *O* befördert wird. Was hier nicht durchgeht, gelangt in beschriebener Weise auf die Feinmühlen *M* und wird weiter zerkleinert, während der durchgehende Theil den früheren Weg nochmals zurücklegt.

Das Ganze ist so angeordnet, dass der Rohstoff am linken Ende ankommt und in ununterbrochener Weiterführung in derselben Richtung verarbeitet wird, bis er auf die Pappenmaschinen gelangt und am rechten Ende als versandtfähiger Holzschliff (in Pappenform) verladen wird.

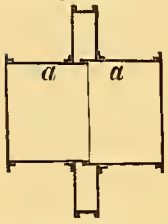
Der eigentliche Schleifraum ist 31,4 m lang, 13,4 m breit und 6,5 m hoch. Die Abbildung zeigt nur den Theil dieses Raums, welcher von den Maschinen in Anspruch genommen ist; rechts von den Pappenmaschinen setzt sich das Gebäude

eine beträchtliche Strecke weiter fort. Es enthält ausser dem grossen Schleifsaal: die Turbinenkammer, den in der Zeichnung angedeuteten Schälraum *T*, sowie am anderen (weggelassenen) Ende eine kleine Werkstatt, das Geschäftszimmer und die Werkführerwohnung.

Die Betriebskraft wird aus einem Fluss gewonnen, welcher ungefähr 400 m oberhalb des Fabrikgebäudes durch ein steinernes Wehr in einen 4 m weiten, etwa 150 m langen, aus Hausteinen hergestellten Obergraben gezwungen wird. Am untern Ende des gemauerten, fast waagrechten Obergrabens befindet sich ein Sammelbehälter, aus welchem das Wasser in einer 1,5 m weiten, etwa 250 m langen schmiedeisernen Rohrleitung *A* in den Turbinenschacht geführt wird.

Das Einfallrohr am Sammelbehälter ist trichterförmig; alle übrigen Rohre sind cylindrisch, aus 5 und 6 mm starkem Eisenblech, in Theilen von je 6 m Länge durch Schrauben miteinander verbunden. Die Rohre ruhen von je 6 zu 6 m auf gemauerten Steinfundamenten, welche theilweise in der Erde liegen, theilweise als Pfeiler bis 3 m Höhe aus dem Fundament emporragen. Mit dem Fundament sind die Rohre an drei Stellen, in der Mitte und an beiden Enden, verankert. In der Mitte der Leitung, sowie kurz vor dem Turbinenhaus befindet sich je ein Kompensationsrohr, um den gefährlichen Einwirkungen zu begegnen, welche durch Ausdehnungen und Zusammenziehen bei eintretenden Temperatur-Unterschieden auftreten könnten. Als Kompensationsrohre sind nicht die sonst gebräuchlichen Stopfbuchsen angewendet, welche leicht undicht werden oder sich festklemmen, sondern in sich geschlossene Rohre mit kurzer aber im Durchmesser bedeutender Erweiterung des Stückes, welches *a* mit *a* verbindet, wie in Fig. 1169 skizzirt. Die Wände geben ihres grossen Durchmessers wegen einem Zuge oder Drucke leicht nach, auch ist kein Festklemmen oder Undichtwerden zu befürchten, da die cylindrischen Theile *a* und *a* sich in der Mitte lose in einander schieben können.

Fig. 1169.




Um bei etwa vorkommenden Stössen in der Leitung infolge raschen Abstellens der Turbine u. s. w. eine gefährliche Wirkung zu vermeiden, ist am untern Ende der Rohrleitung ein Sicherheitsventil von 260 mm Durchmesser angebracht, welches sich öffnet, sobald aus irgend welchem Grunde der normale Wasserdruck überschritten wird.

Die jeweilige Gefällhöhe (normal 17,5 m) wird durch ein im Turbinenhause angebrachtes Manometer angezeigt. Die grosse eiserne Leitung liegt ganz frei und besitzt ausser innerem und äusserem Theer-Anstrich keinerlei Umhüllung. Man nimmt an, dass bei dem schnellen Durchfluss des Wassers Einfrieren nicht zu befürchten sei. Dass das Wasser bei Frostwetter nicht in dem Rohr stehen darf, ist selbstverständlich.

Das zur Fabrikation nöthige Wasser wird in einem am Ausgang des steinernen Obergrabens liegenden, in Stein und Cement gemauerten Behälter geklärt und in einer neben der Rohrleitung der Turbinen liegenden gusseisernen Muffenrohrleitung der Fabrik zugeführt. Rohrverbindungen und zwei Absperrventile ermöglichen, dass das Fabrikations-Wasser nach Belieben aus der Kläre oder aus den Turbinen entnommen wird.

Die Stoffrohrleitungen bestehen zum Theil aus Gusseisen, zum Theil aus Kupfer und besitzen in allen Krümmungen leicht lösbare Reinigungsöffnungen.

Der in Fig. 1170 dargestellte Aufzug *S* besteht aus einem über Rollen *AB* aus Holz mit gusseisernem Kreuz geführten Hanfgurt (oder anderem Band), auf welchem mit Nieten und Flacheisen-Anlagen etwas gekrümmte Blechschaufeln befestigt sind. Die Lager der oberen Rollen-Axen stehen fest, während die der unteren wegen der Dehnbarkeit des Gurtes in einem gusseisernen Rahmen mit Schrauben nachspannbar sind. Der Antrieb erfolgt durch Kegelrädervorgelege und Riemen auf die obere Trommel. Die Vorrichtung kann auf einem Holzgestell, wie in diesem Fall, oder auf einem Eisengestell, in Verbindung mit dem vorhandenen Gebälk oder freistehend, angebracht werden. Die Breite der Schaufeln und des Gurtes richtet sich nach der Länge der Holzstücke. Der Gurt ist etwas schmäler, die Schaufeln sind etwas breiter als die Hölzer. Diese werden von Hand auf die Schaufeln gelegt, der Gurt nimmt sie in die Höhe, und wenn sie den höchsten Punkt erreicht haben,

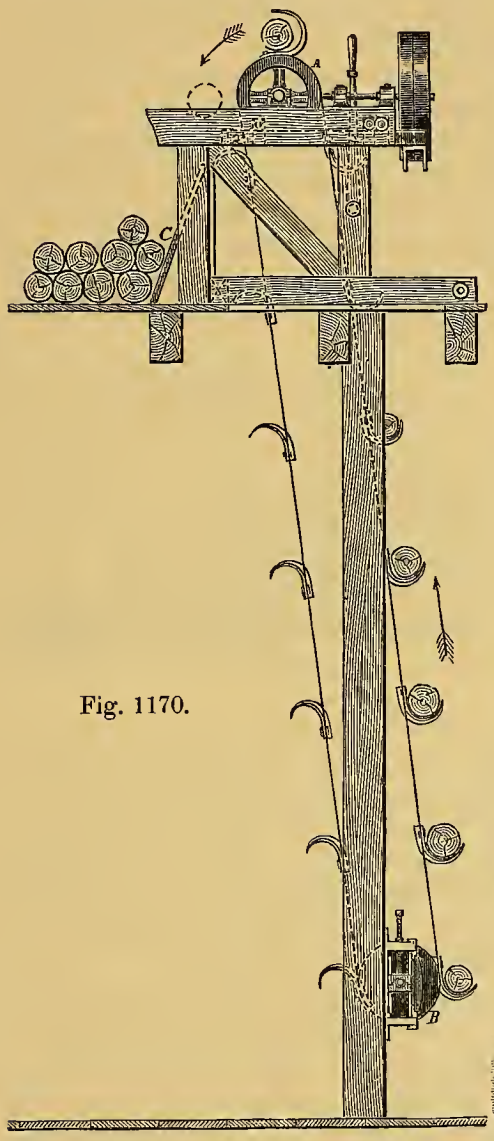
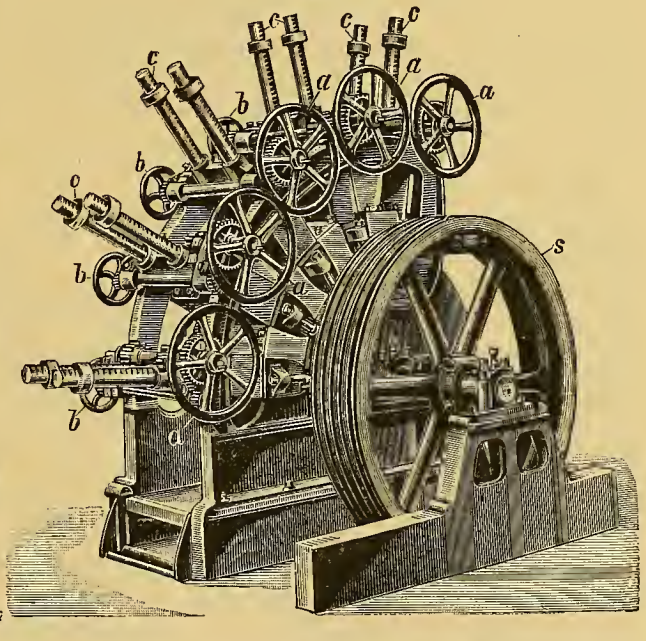



Fig. 1170.

Fig. 1171.




beginnen sie zu rollen und fallen in der Richtung der Tangente über das Schutzbrett *C* hinweg auf den Boden.

Die von Starke & Hoffmann in Hirschberg gebauten fünfpressigen Schleifer, mit Steinen von 1,4 m Durchmesser, werden mit Seilen angetrieben. Fig. 1171 zeigt einen solchen mit seiner Seilscheibe *s*. Der Kolben jedes Presskastens bedarf bei der Steinbreite von 500 mm zweier Zahnstangen zur Führung, während für schmälere, etwa 350 mm breite Steine eine Zahnstange genügt. Auf den

Wellen der Zahnrädchen, von welchen die Zahnstangen bewegt werden, sitzen Seilscheiben *a*, an deren Umfang die Drahtseile befestigt sind, welche die Belastungsgewichte tragen. Die Schleifer sind so angeordnet, dass diese Seile unmittelbar von den Scheiben *a* herabhängen und nicht erst über Leitrollen geführt werden, weil solche die Wirkung des auf die Pressen wirkenden Drucks schwächen würden. Die auf den Enden der 5 (in Fig. 1171 weggelassenen) Seile angebrachten Belastungsgewichte bestehen aus Gusseisen und passen für jede Presse. Von dem Handrad *b* aus kann man durch Vermittlung einer Zahnradübersetzung die Seilscheibenwelle drehen und damit den Kolben von Hand zurückstellen. Ein mit Handrad *b* zusammengegossenes Sperrrad sorgt dafür, dass der Presskolben beim Zurückdrehen in jeder Lage stehen bleibt. Die Erbauer haben diese Anordnung gewählt, weil sie die geeignetste Belastung jeder Presse ermöglicht, sich leicht hantiren lässt und ihrer Einfachheit wegen wenig Ausbesserungen erfordert.

Die zum Antrieb einiger Schleifer benutzten Seile erfüllen ihren Zweck, bieten aber, wie die Erfahrung zeigt, keine Vortheile gegenüber dem Antrieb durch Riemen.

Durch die staffelförmige Anordnung der verschiedenen Maschinen werden viele Stoff-Hebungen vermieden, die bei ebener Aufstellung nöthig wären.

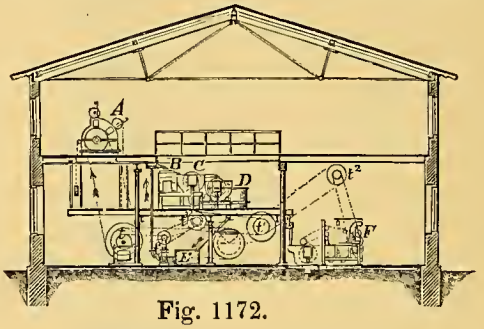


Fig. 1172.

Die Mauern der Gebäude bestehen aus Bruchstein, der hölzerne auf gusseisernen Säulen ruhende Dachstuhl ist mit Holzcement, d. h. mit abwechselnden Lagen von Asphalt-Theer- und Dachpappe gedeckt.

Der aus dem Riesengebirge kommende »Zacken«, welcher die Wasserkraft liefert, ist sehr unbeständig und geht in trockener Jahreszeit bis auf ein Zehntel seiner Vollkraft zurück. Die Schleiferei muss desshalb bei gutem Wasserstand Vorrath schleifen, mit dem die Papierfabrik in trockener Zeit gespeist wird.

**472. Schleiferei der Varziner Papierfabrik.** Der Neubau der Fuchsmühle-Schleiferei zu Hammermühle in Pommern wurde von Herrn Kommerzienrath Behrend mit Herrn Ingenieur Wolfgang Kapp aus Düsseldorf geplant und 1891 von Letzterem ausgeführt. Da die Einrichtung in vielen Punkten erheblich von den vorher beschriebenen abweicht, so wird dieselbe nachfolgend erklärt.

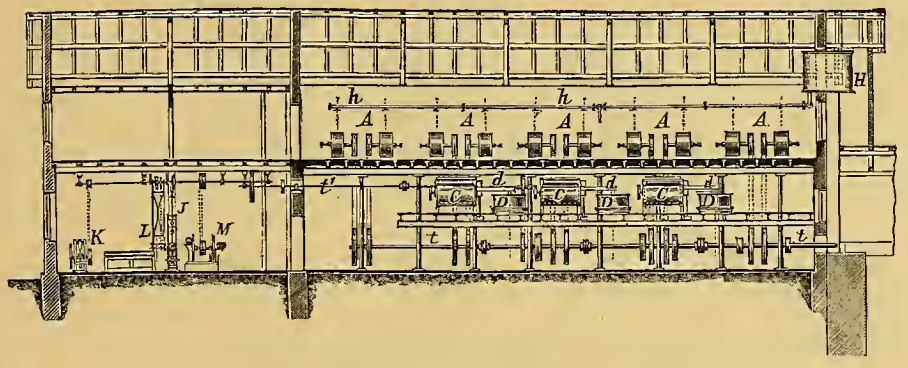
Figg. 1172, 1173 und 1174 geben Quer- und Längsschnitte sowie Grundriss der Schleiferei in 1 : 300 der wahren Grösse. Die Holzputzerei ist mit Kreissäge *L*, doppelter Schälmaschine *M*, Astbohrmaschine *J* und Spaltmaschine *K* ausgestattet. Das in Längen von nicht mehr als 2,5 m ankommende Holz wird hier in geeignete Stücke getheilt und mit dem Fahrstuhl *N* zu 10 zweipressigen Schleifern *A* befördert, die ihr Schleifwasser durch Rohr *h* aus einem hochstehenden Behälter *H* erhalten, welcher von der Pumpe *P* aus dem Theil *p* des Turbinenkastens gespeist wird. Der hier erzielte Holzschliff gelangt, im Schleifwasser schwimmend, durch Rinnen in Splitterfänge *B*, die nur das Gröbste zurückhalten, und fliesst auf die Sortirer *C*. Diese bestehen, wie weiterhin erklärt wird, aus je 2 Cylindern, welche nur den feinen Stoff nach innen durchlassen, während sich die gröberen Theile ausserhalb ablagern und einen Brei bilden, der

von Schnecken *d* auf Mahlgänge *D* befördert wird. Aus diesen fliesst der Stoff in Rührbütten *E*, wird aus diesen von Pumpe *f* wieder in die Splitterfänge *B* gehoben und macht diesen Kreislauf so oft durch, bis er fein genug ist, um in das Innere der Sortircylinder und aus diesen mit dem Schleifwasser auf die Entwässerungsmaschinen *F* zu gelangen.

Das Wasser der Wipper wird durch einen Rechen *R* von groben Verunreinigungen befreit und zwei Turbinen *T* von insgesammt 260 Pferdestärken zugeführt, die ihre Kraft an die Hauptwelle *t* abgeben, welche alle Schleifer und Mahlgänge unmittelbar mit Riemen treibt. Eine mit gekreuztem Riemen von *t* aus getriebene Zwischenwelle $t^1$ setzt die Zwischenwellen $t^2$ und $t^3$ in Bewegung, von welchen alle anderen Maschinen den Antrieb erhalten.

In Figg. 1175 und 1176 ist in 1 : 30 der wahren Grösse einer der zweipressigen Schleifer *A* (in Figg. 1172—1174) dargestellt. Das Holz wird nach Niederklappen der Thüren *e* in die Presskasten gelegt und von den Pressplatten *h*

Fig. 1173.



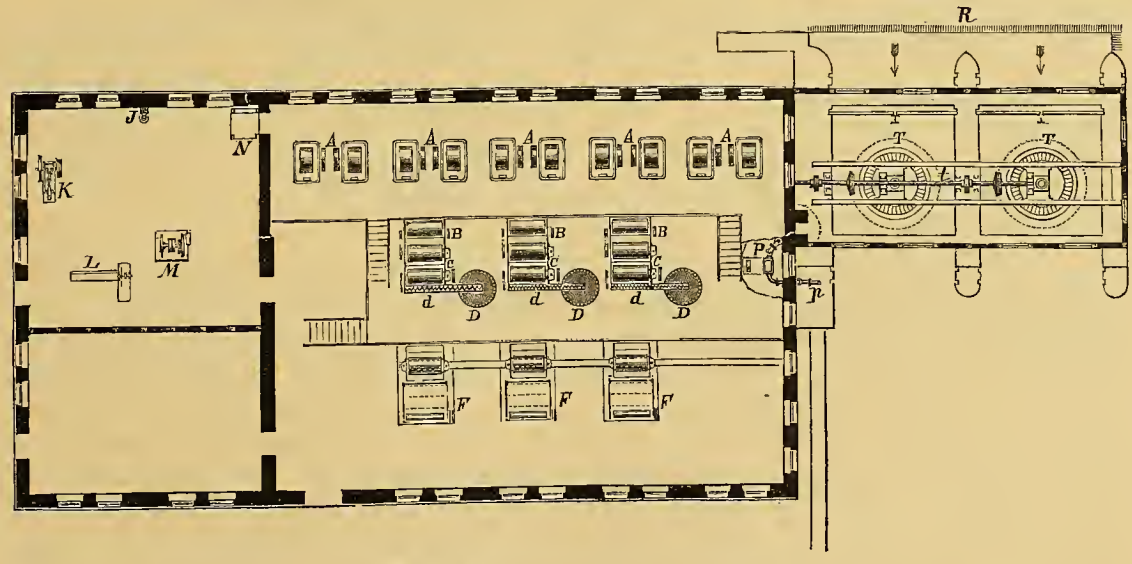




Fig. 1174.

auf den Stein *A* gedrückt. Jede Pressplatte sitzt an zwei Zahnstangen *i*, die auf der Rückseite von Rollen *k* geführt und von auf Welle *g* sitzenden Zahnrädchen

auf- und niedergeführt werden. Das Niederführen erfolgt vom Gewicht $p$ aus, welches an dem auf Scheibe $l$ festgeschraubten und darum gelegten Hanfgurt $m$ hängt. In dem Maasse, wie sich der Riemen $m$ von Scheibe $l$ abwickelt, dreht sich diese, und mit ihr die Welle $g$, deren Zahnrädchen durch die Zahnstangen $i$ auf die Pressplatte wirken. Wenn die Pressplatte $h$ zurückgedreht wird, hebt sich das Gewicht $p$, indem der Gurt wieder aufgerollt wird. Das Gewicht $p$ besteht aus einzelnen S auf die Tragstangen gesteckten dickeren und dünneren geschlitzten Platten, von welchen man nach Bedarf mehr oder weniger auflegen kann.

Um die Pressplatte $h$ zu heben, lässt man die mit Feder versehene Klinke $a$ in das Sperrrad $b$ greifen und giebt durch Drehen der Kurbel $c$ dem lose auf

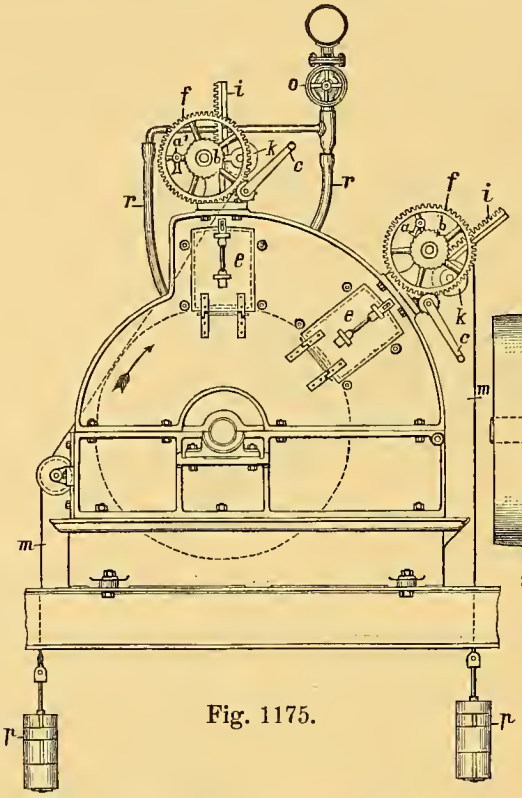



Fig. 1175.

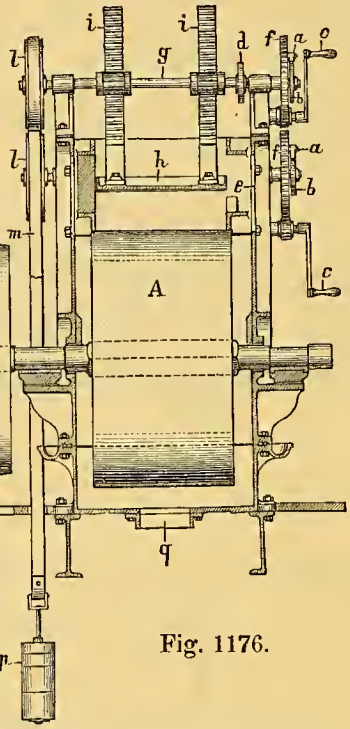


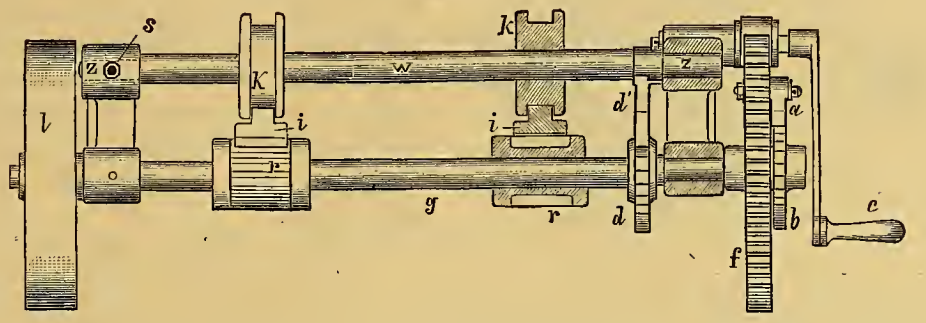

Fig. 1176.

Welle $g$ sitzenden Zahnrad $f$ solche Bewegung, dass die daran befestigte Klinke $a$ das festgekeilte Sperrrad $b$ und dessen Welle $g$ dreht. Damit die gehobene Pressplatte nicht durch ihr Gewicht vorgetrieben werden kann, ehe der Kasten wieder mit Holz gefüllt ist, stellt man sie mit dem zweiten Sperrrädchen $d$ fest. Sobald die Presse wieder gefüllt ist, löst man das Sperrrad $d$ aus, damit das Gewicht $p$ seine Wirkung üben kann. Während des Arbeitens der Presse wird Klinke $a$, wie bei $a^1$ gezeigt, ausgeschaltet, damit Zahnrad $f$ und Kurbel $c$ die durch Veränderungen in der Lage des Holzes verursachten Stösse nicht erleiden, sondern unbewegt bleiben.

In Fig. 1177 ist die Einrichtung zum Heben der Pressplatte $h$ besonders dargestellt. Auch hier ist $f$ das Zahnrad, $b$ das Schaltrad mit Klinke $a$, und $d$ das zweite Schaltrad auf Welle $g$, dessen Klinke $d^1$ in Welle $w$ hängt. Auf Welle $w$ sitzen lose die beiden Führungsrollen $k$, welche für richtigen Eingriff der Rädchen $r$

in die Zahnstangen *i* sorgen. Die Zapfen *z* sitzen exzentrisch auf der Welle *w* und bewirken, dass die Führungsrollen *k* die Zahnstangen *i* mehr oder weniger gegen die Zahnrädchen *r* drücken, dass man also durch Drehen der Welle *w* stärkeren oder schwächeren Eingriff der Zähne von *i* und *r* herbeiführen kann. Wenn die Zähne richtig eingreifen, wird Welle *w* mit Stellschraube *s* festgestellt.

Fig. 1177.




Schleifwasser wird durch Hahn *O* und Gummischläuche *r* (Fig. 1175) dem vor jeder Presse liegenden kupfernen Spritzrohr zugeführt, welches dasselbe durch 5 oder 6 Löcher von 6 bis 10 mm Durchmesser auf den Stein spritzen lässt; die Spritzlöcher können um so kleiner sein, je stärker der Wasserdruck ist. Der Stoff sammelt sich unten im Gestell und fliesst bei *q* aus.

Fig. 1178.

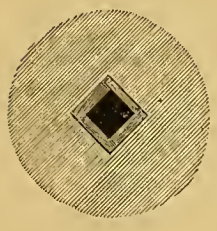
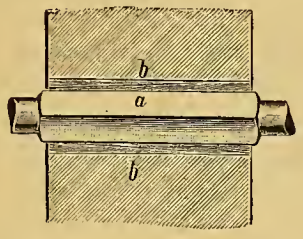


Fig. 1179.




Die Umfangsgeschwindigkeit des Steins sollte nach Herrn W. Kapp's Erfahrung nicht über 750 m in der Minute betragen, d. h. ein Stein von 1 m Durchmesser soll nicht mehr als 238 Umdrehungen machen. Da sich der Stein allmälig abnutzt, also sein Umfang kleiner wird, so nimmt dessen Geschwindigkeit bei gleichbleibender Zahl von Umdrehungen stetig ab; man sollte jedoch dafür sorgen, dass dieselbe nicht unter 600 m in der Minute sinkt.

Die Steine werden meistens bis 0,5 m breit genommen, jedoch nicht breiter, weil es schwierig ist, solche in guter Beschaffenheit zu bekommen. Für Fabriken, welche auf krummes, ungleichmässig gewachsenes Holz angewiesen sind, empfiehlt sich eine Breite von etwa $^1/_3$ m.

Gewöhnliche Steine von Durchmessern bis 1 m werden am besten auf der Welle befestigt, wie in Figg. 1178 und 1179 gezeigt. Die Welle ist vierkantig wie *a* und mit Keilen *b* aus weichem Holz im Stein befestigt. Das Loch im Stein muss vorher mit Cement ausgestrichen werden, damit den Keilen flache Flächen geboten werden. Es ist auch dafür zu sorgen, dass die Keile auf ihrer ganzen Länge gleichmässig anziehen und nicht zu breit genommen werden, damit die Kanten nicht zum Anliegen kommen und der Druck sich nur

auf die breiten Flächen der Keile vertheilt. Für grössere oder sehr weiche, weniger widerstandsfähige Steine ist die in Figg. 1180 und 1181 dargestellte Befestigung vorzuziehen. Auf die runde Welle *c* ist ein gusseiserner Vier- oder, wie gezeichnet, Sechskant *d* mit fester Flansche *e* gekeilt. Nachdem die Welle *c* in den Stein eingelassen ist, wird die lose Flansche *f* aufgeschraubt und dann das Ganze mit Schwefel ausgegossen. Die mit den Flanschen gegossenen Nocken *g* dienen zu besserm Festhalten. Diese Art der Befestigung ist der mit durchgehenden Schrauben vorzuziehen, weil letztere stets den Stein schwächen.

Fig. 1180.

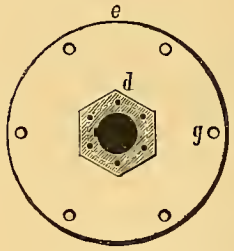
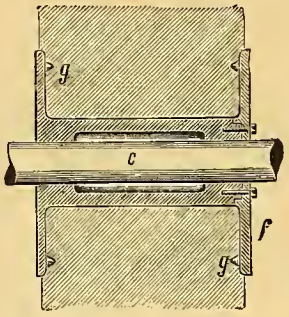



Fig. 1181.




Zum Schärfen des Steins kann man sich eines Schärfhammers, am besten eines solchen aus Schmiedeisen, wie in Figg. 1182 und 1183 gezeigt, mit auswechselbaren Schärfplatten *a* aus hartem Stahl mit hölzernem Stiel *b* bedienen.

Fig. 1182.

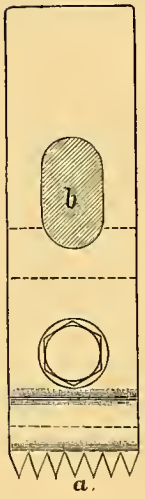
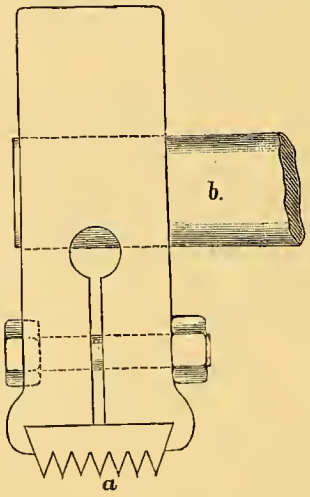



Fig. 1183.




Man wendet auch mit gutem Erfolg die in Figg. 1184 und 1185 dargestellte mechanische Schärfeinrichtung an. Die Schärfrolle *a* wird mittels Handrades *b* an einer Kante des Steins *S* angesetzt und mit Handrad *c*, welches als Mutter dient, festgestellt. Dann wird die Schärfrolle *a* von der Kurbel *d* aus so oft quer über den Stein geführt, bis die gewünschte Schärfe erzielt ist. Hierzu genügt meistens einmaliges Hin- und Herführen, also eine Arbeit von wenigen Minuten. Man lässt hierbei den Stein nur $^1/_4$ bis $^1/_2$ so viel Umdrehungen machen wie beim Schleifen, und führt soviel Wasser zu, als zum Ueberspülen der Schleiffläche nöthig ist. Durch mehr oder weniger starkes Anstellen der Schärfrolle an den Stein, durch langsameres oder rascheres Drehen der Kurbel und durch gröber oder feiner gezahnte Rollen kann man verschiedene Schärfe mit der Rolle hervorbringen.

Schleifer von der in Figg. 1175 und 1176 dargestellten Art liefern in 24 Stunden 400 kg trocken gedachten Schliffs. Nach der Erfahrung des Erbauers, Herrn W. Kapp, erhält man mit den in Figg. 1172—1174 dargestellten 10 Schleifern einen aus mehreren Monaten gezogenen Durchschnitts-Ertrag von 4000 kg in 24 Stunden, bei richtiger Anlage und genügender Kraft 100 kg besten Fichtenschliff in 24 Stunden mit 6 bis $6^1/_2$ Pferdestärken.

Die Anwendung von nur 2 Pressen an jedem Stein bezweckt geringeren Kraftverbrauch und Erzielung gleichmässigen Stoffs. Wenn Steine mit waagrechter

Welle mit einer grösseren Zahl Pressen besetzt sind, wird ein Theil des in den ersten Pressen abgeschliffenen fertigen Stoffes vom Stein mit unter die folgenden Pressen getragen und wiederholt verarbeitet. Dieser Uebelstand, der nicht nur Kraftverlust veranlasst, sondern auch dem Stoff schadet, wird bei zweipressigen Schleifern nicht ganz vermieden, aber sehr vermindert. Die schleifende Oberfläche des Steins ist auch um so grösser im Verhältniss zu seinem Gewicht, je kleiner der Stein ist; dies Verhältniss ist also bei einpressigen Steinen am günstigsten. Ob der Stein etwas mehr oder weniger wiegt, ist zwar ebenso wenig erheblich, wie die Ersparnisse einiger Lager und deren Reibung, welche bei Ausnützung grösserer Kräfte mit einem Stein erzielt wird, aber die Grösse der schleifenden Fläche, welche auf jede Presse kommt, ist wesentlich. Bei den

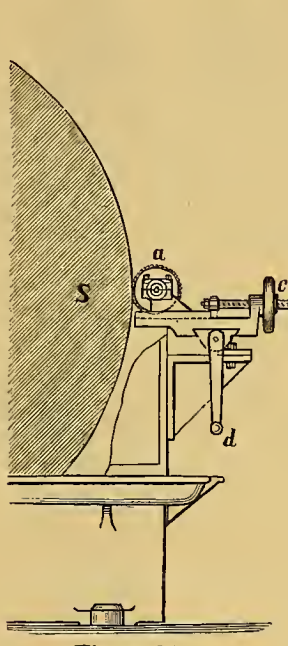


Fig. 1184.

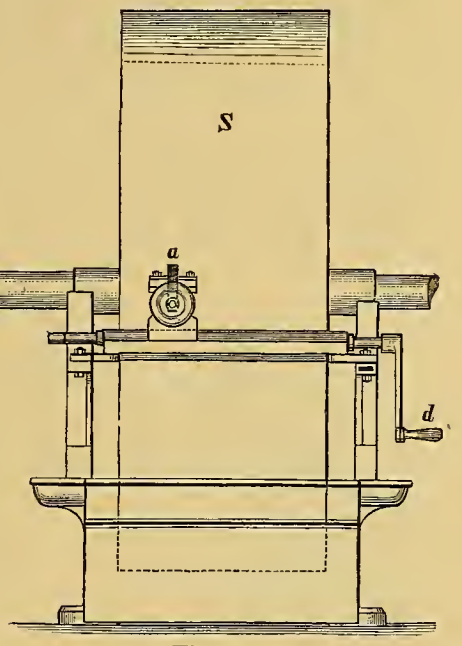
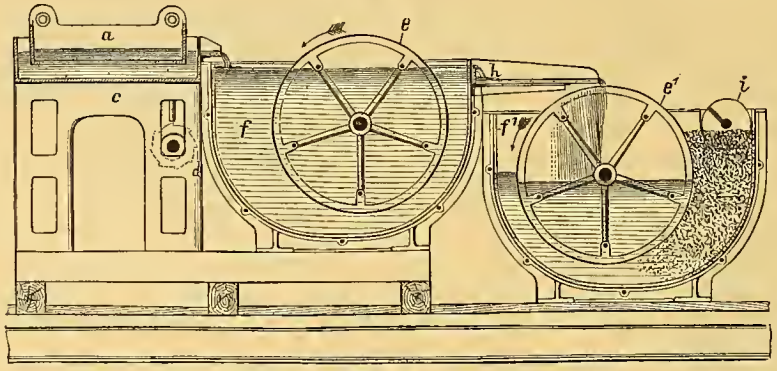


Fig. 1185.

beschriebenen zweipressigen Schleifern ist die auf jede Presse entfallende Arbeitsfläche mindestens doppelt so gross, als bei den üblichen fünf- und sechspressigen, und dieselben bedürfen deshalb nur einen Tag um den andern einer Schärfung, während die vielpressigen täglich geschärft werden müssen. Ausserdem bietet die Vertheilung des Kraftverbrauchs auf viele kleinere Schleifer den Vortheil, dass durch Ausschalten eines Schleifers behufs Erneuerung oder aus andern Gründen keine erhebliche Störung des übrigen Betriebs erfolgt und die Anwendung von Druckreglern aller Art entbehrlich erscheint. Bei der beschriebenen Anlage wird desshalb das Holz in der einfachsten Weise durch unmittelbare Einwirkung von Gewichten angepresst. Anderseits werden durch Anwendung vieler kleiner, anstatt weniger grosser Schleifer, mehr Wellen, Riemen, Lager usw. und grössere Gebäude erforderlich, wodurch dieselbe nur für kleinere bis mittlere Kräfte zweckmässig erscheint. Die örtlichen Verhältnisse, Grösse und Beständigkeit der Wasserkraft usw. müssen bei der Wahl der Schleifer entscheiden.

Der in Figg. 1172—1174 mit *B* bezeichnete Splitterfang und Sortirer *C* ist in Figg. 1186 und 1187 in Auf- und Grundriss in 1 : 30 der wahren Grösse dargestellt. Zum Abfangen der Splitter dient das in gusseisernem Trog *b* gelagerte Schlagsieb *a*, welchem von den im Gestell *c* gelagerten Schlagrädern *d* etwa 500 auf- und niedergehende Bewegungen in der Minute ertheilt werden. Diese Schlagbewegung ist wie bei den Knotenfängen der Papiermaschinen aus-

Fig. 1186.



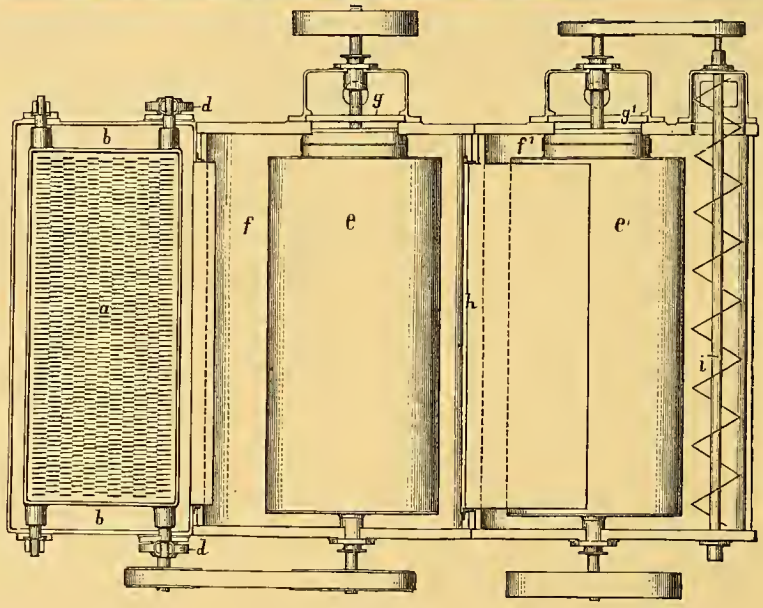




Fig. 1187.

geführt, und auch hier dienen Gummibuffer zur Milderung der Stösse und möglichster Beseitigung des Geräusches. Das Sieb *a* besteht aus Kupfer- oder verzinkten Eisenplatten, welch letztere sich recht gut bewähren und billiger sind. Die Schlitze oder Löcher werden sehr verschiedenartig gewählt, die in Fig. 1187 gezeichneten haben für weissen Schliff 4 × 20 mm, für braunen 5 × 30 mm Grösse und geben in vielen Fällen volle Befriedigung. Die darauf zurückbleibenden Splitter werden von Zeit zu Zeit herausgenommen, und der durchgehende brauchbare Stoff fliesst in den ersten Trog *f* des Sortirers. Die in diesem liegende cylindrische

Trommel $e$ hat 700 mm Durchmesser und macht etwa 40 Umdrehungen in der Minute. Der in das Innere der Trommel gelangende Stoff wird mit dem Schützen $g$ annähernd bis zur Höhe des Ueberfalls bei $h$, also so hoch gestaut, dass der im Trog $f$ befindliche Stoff noch dünnflüssig bleibt, bei $h$ leicht überfliesst und auf die zweite Trommel $e^1$ gelangt. Diese hat 700 mm Durchmesser wie $e$, macht aber, da sie sich in dickflüssigerem Stoff bewegt, nur ungefähr 18 Umdrehungen in der Minute. Beide Trommeln $e$ und $e^1$ sollen nur solchen Stoff nach innen durchlassen, der die erforderliche Feinheit hat, und sind desshalb ganz gleich gelocht. Bei Anwendung runder Löcher von 1 mm Durchmesser können bei dichter Anordnung 400 000 auf das Quadratmeter gehen, bei 1,5 mm Durchmesser etwa 130 000, von dazwischen liegenden Grössen im Verhältniss. In Trommel $e^1$ wird mit Schützen $g^1$ nur etwa bis zur Mitte gestaut, damit sich der aussen bleibende Stoff bis zu der für den Mahlgang erforderlichen breiigen Dichte entwässert. Da sich in dieser dichten Masse die feinen Fasern verlieren würden, welche sich noch in dem aus $f$ kommenden Stoff befinden, so darf derselbe von dem Ueberfall $h$ nicht wie bei $f$ in den Trog fliessen, sondern wird auf die Trommel selbst geführt, wo die feinen Fasern Gelegenheit finden, ins Innere der Trommel $e^1$ zu dringen. Es muss vermieden werden, dass sich auf den Trommeln Stoff absetzt, weil dieser den damit bedeckten Theil der gelochten Cylinderfläche unwirksam machen würde. Desshalb sollte stets dafür gesorgt werden, dass sich der Stoff auf die ganze Breite vertheilt, also in voller Breite ein- und auffliesst.

Der im Trog $f^1$ liegenden Schnecke $i$ dient als Welle ein schmiedeisernes Rohr mit eingesetzten Zapfen, an welche Schaufeln aus Eisenblech mit Winkeln genietet sind. Dieselbe macht etwa 25 Umdrehungen in der Minute und kann wie im vorliegenden Falle parallel zur Trommelwelle, oder schräge gelegt werden, wie die Lage des Mahlgangs es erfordert. Sie liegt offen und lose im Stoffbrei, den sie, wie aus Fig. 1174 ersichtlich, unmittelbar zum Mahlgang befördert, sollte aber zur Vermeidung von Rost im Ganzen verzinkt sein.

Die kurzen Schlitze des Splitterfanges $a$ sollen nur die gröbsten Theile zurückhalten und werden häufig mit gleicher Wirkung durch runde Löcher ersetzt.

Bei den Cylindern $e$ und $e^1$ haben sich runde Löcher mehr bewährt als Schlitze.

Der erste höher liegende Cylinder $e$ ist der eigentliche Sortirer, da er den Stoff in sehr verwässertem Zustand erhält, damit derselbe leicht durch die Löcher dringen kann. Der zweite Cylinder $e^1$ dient mehr zur Entwässerung, um den Stoff in breiigem Zustand auf den Mahlgang zu bringen. Er sortirt zwar auch, aber weniger als $e$ und besonders auf der oberen Seite, wo der Stoff auffliesst, sowie auf der linken Seite des Cylinders, aber beinahe gar nicht mehr auf der rechten Seite, wo sich der verdickte Stoff ansammelt.

Bei den von Voelter eingeführten Sortirern haben die Trommeln Ueberzüge aus Metalltuch, dessen Maschen sich leicht verstopfen, und welches zeitweise erneut werden muss. Durch die von Kommerzienrath Moritz Behrend seit 1870 in den Varziner Fabriken angewendeten Sortir-Cylinder aus gelochtem Blech werden diese Missstände vermieden und es wird gleichmässigere Arbeit erzielt. Bei den später eingeführten Schüttel-Sortirern geht der Stoff, wie Seite 1265 beschrieben, auch durch gelochte Bleche.

In Figg. 1188 und 1189 ist einer der Mahlgänge *D* aus Figg. 1172 bis 1174 in 1 : 30 der wahren Grösse in Längsschnitt und Aufriss dargestellt. Der Bodenstein *a* wird in gusseisernem Untersatz *b* von Stellschrauben *c* richtig gestellt und getragen. Der Läufer *e* ruht mit fester Haue *f* auf Welle *g*, deren Halslager *h* mit Stoffbüchse *i* nicht am Bodenstein befestigt, sondern an den Untersatz *b* geschraubt ist. Die auf der Stoffbüchse *i* angebrachte Hülse *k* dient zur Aufnahme von Schmiere, uud der verstellbare Räumer *l* soll dafür sorgen, dass im Läufer *e*

Fig. 1188.

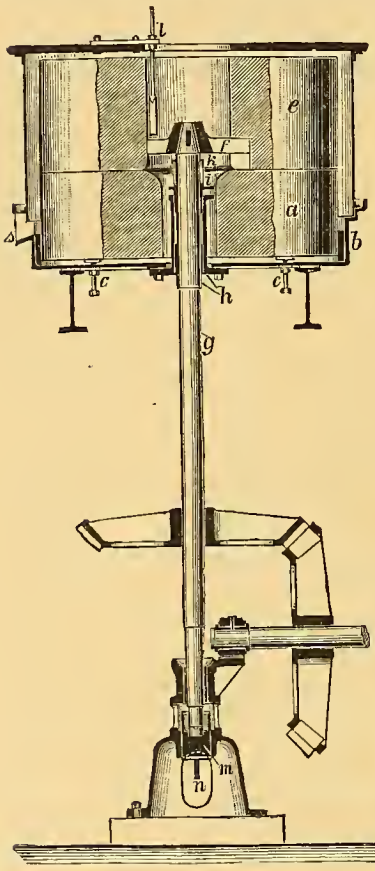
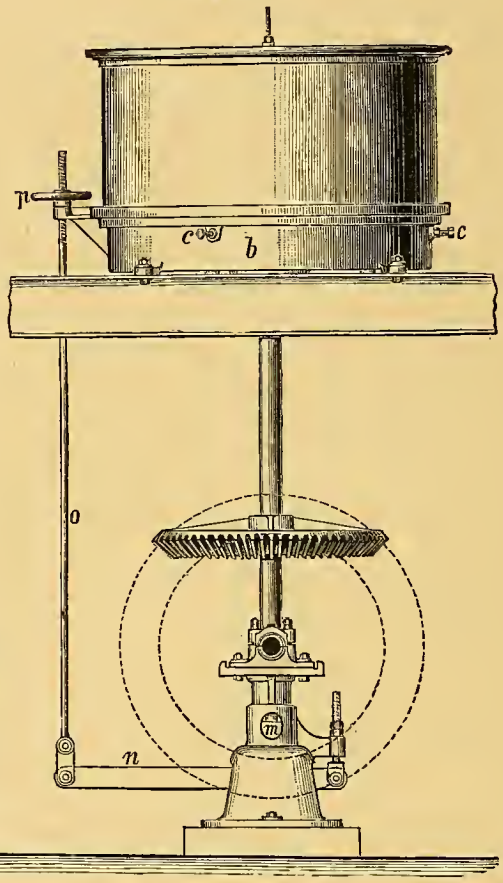



Fig. 1189.

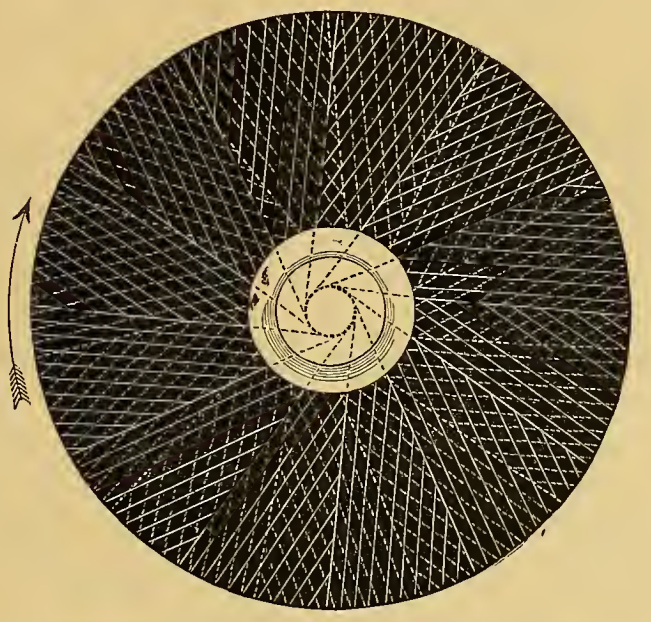



keine Verstopfung durch Stoff eintreten kann. Dem Läufer *e* wird durch Heben oder Senken des Fusslagers *m* mittels Hebels *n* und Zugstange *o* vom Handrad *p* aus die richtige Stellung gegeben. Der gemahlene Stoff fliesst bei *s* aus.

Die Steinschärfe ist in Fig. 1190 im Grundriss in 1 : 10 der wahren Grösse und in Fig. 1191 im Querschnitt in voller Grösse dargestellt. Herr Kapp theilt Steine von 1200 mm Durchmesser in 11 oder 12 Felder, oder, wie dargestellt, einen Stein in 11 und den andern in 12 Felder. Die Trennungsfurchen der einzelnen Felder gehen vom Umfang eines Kreises aus, dessen Durchmesser $^1/_{12}$ des Steindurchmessers ist. Die so ausgelegten Felder sind mit Furchen in Abständen von 30 mm versehen, deren Breite und Tiefe dem zu mahlenden Stoff

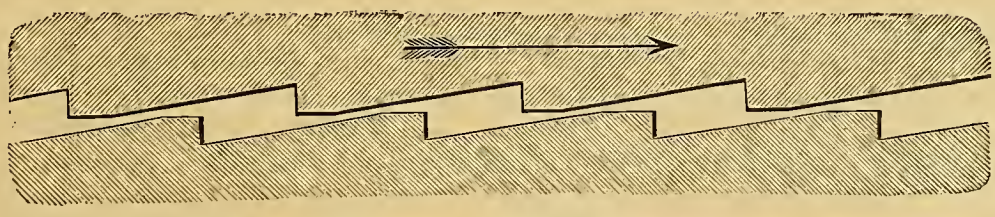
angepasst sein müssen. Dieselben sind nach der Mitte zu tiefer zu hauen, und man erzielt mit einer Durchschnittstiefe von 4 mm gute Erfolge. Die in Fig. 1191 angegebene Drehrichtung zeigt, dass nicht die scharfen Kanten, sondern die schrägen Flächen der Furchen gegeneinander arbeiten, da die Fasern nicht zerschnitten, sondern durch Reiben von einander getrennt werden sollen. Der Läufer soll bei 1200 mm Durchmesser etwa 110 Umdrehungen in der Minute machen. Die Steine bestehen aus hartem Sandstein, und das Einhauen der Furchen wird mit Mühlstein-Picken ausgeführt.

Fig. 1190.



Für eine Anlage wie die beschriebene von 260 Pferdestärken genügen meistens 2 Mahlgänge, der dritte ist nur zur Aushilfe zugefügt worden. In der Regel werden 2 Sortirer und 2 Mahlgänge genügen.

Fig. 1191.



Die in Figg. 1192 und 1193 in 1 : 30 der wahren Grösse dargestellte Entwässerungsmaschine (*F* in Figg. 1172—1174) ist der Seite 1268 beschriebenen sehr ähnlich. Der Filz *a* nimmt den Stoff vom Sieb-Cylinder *s* und bringt ihn in die Presse, wo er an der Oberwalze *b* haftet, vom Schaber *c* in zerknitterter Form abgelöst wird und in einen anstossenden Kasten fällt. Die Welle *d* des Sieb-Cylinders *s* ist so lang, dass ihre Lager *e* auf den Aussenseiten der Abschluss-

kasten *f* ruhen, wo die Wellenzapfen nicht von Stoff überspült werden, sondern sich gut schmieren lassen und infolgedessen wenig abnützen. Dafür muss aber der Schützen *h* für die Welle *d* durchlöchert werden. Da sich der Stoff sehr dick auf das Sieb des Cylinders legt, so muss der Flüssigkeitsstand im Innern von *s* niedrig gehalten werden, damit das Wasser von der äussern Wassersäule durch-

Fig. 1192.

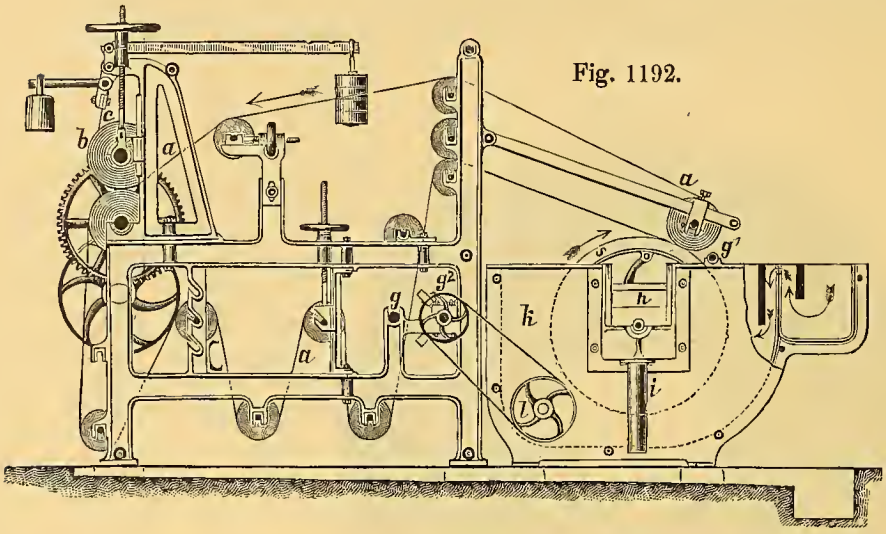
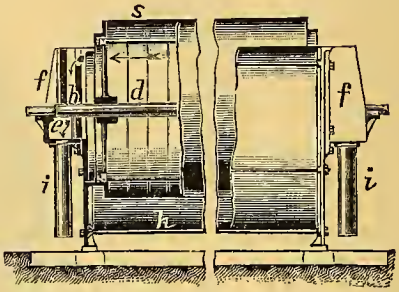



Fig. 1193.




gedrückt wird, um schliesslich durch Rohr *i* abzufliessen. Durch das aus Rohr $g^1$ kommende Spritzwasser soll das Sieb offen gehalten werden. Durch die Form des Kastens *k* ist dafür gesorgt, dass der Stoff auf der Eintrittsseite stets in Bewegung ist, so dass der eine Rührer *l* genügt. Spritzrohr *g* und Waschflügel $g^2$ sorgen für Reinhaltung des Filzes. Um möglichste Entwässerung zu erzielen, soll der Filz *a* nur etwa 6 m in der Minute zurücklegen.

**473. Spanschleifer.** In manchen Fällen ist es vortheilhaft, die Splitter und Späne, welche sich im Splitterfang sammeln, besonders aber die Holzreste aus den Pressen, welche zu klein sind, um noch geschliffen zu werden, weiter auf Holzschliff zu verarbeiten. Dazu baut Wolfgang Kapp in Düsseldorf den in Figg. 1194 und 1195 in 1 : 30 der wahren Grösse dargestellten Spanschleifer, dessen Bauart in den Haupttheilen mit der seines Seite 1276 dargestellten Schleifers übereinstimmt. Derselbe ist nur mit einer Presse versehen, in welche die Späne jedoch nicht seitlich, sondern vorn bei *a* gelegt werden. Obwohl die untern Ränder des Presskastens den Stein nicht berühren dürfen, muss der Raum zwischen beiden möglichst eng gehalten werden, damit sich keine Späne einschieben können. Sobald sich daher dieser Zwischenraum infolge Abnutzung des Steins erweitert, kann und muss der Schleifkasten, auch während des Betriebs, mit den Stellschrauben *c* bis auf den gewünschten Punkt herabgelassen werden. Ehe dies geschieht, muss man die Schrauben *b* lösen und nachher wieder festziehen. Zur Verhinderung des Durchrutschens von Spänen nach den Seiten sind innen Holzklötze angebracht, in die sich der Stein genau einschleifen kann. Während bei gewöhnlichen Schleifern die Benutzung grober scharfer Steine unzulässig ist, weil sie zu splitterigen Stoff liefern, ist ein solcher Stein hier vortheilhaft. Die

hier zu schleifenden Späne werden nämlich grösstentheils der Länge nach geschliffen und ergeben dadurch ohnehin schon so feine Fasern, dass man keine feine Schärfung braucht. Das Wasser wird dem quer vor dem Kasten liegenden Spritzrohr durch den Gummischlauch *d* zugeführt. Der Stein soll ebenso rasch umlaufen, wie der auf Seite 1276 beschriebene, muss aber noch sorgfältiger stets rund erhalten werden, was durch Anwendung des Seiten 1278 und 1279 beschriebenen Schärfers leicht geschehen kann. Wenn die Maschine nicht zum Schleifen von Spänen gebraucht wird, kann man sie auch zum Schleifen von Klötzen, zum

Fig. 1194.

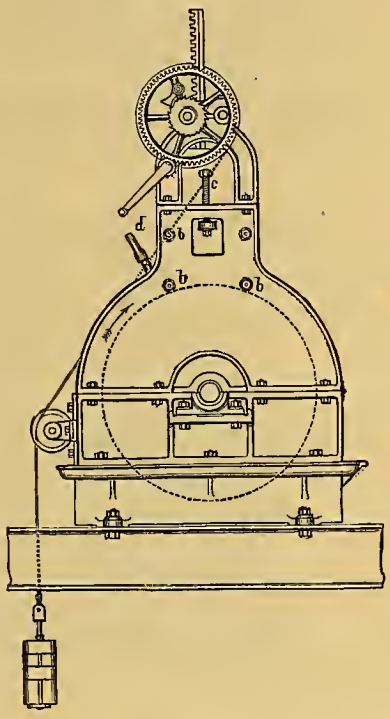
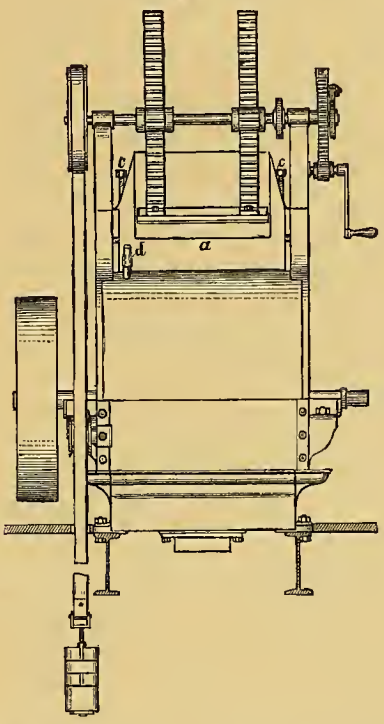



Fig. 1195.




Auflösen von nassem und trockenem Schliff, sowie zum Zerkleinern von Ausschuss- und Abfallpappen benutzen.

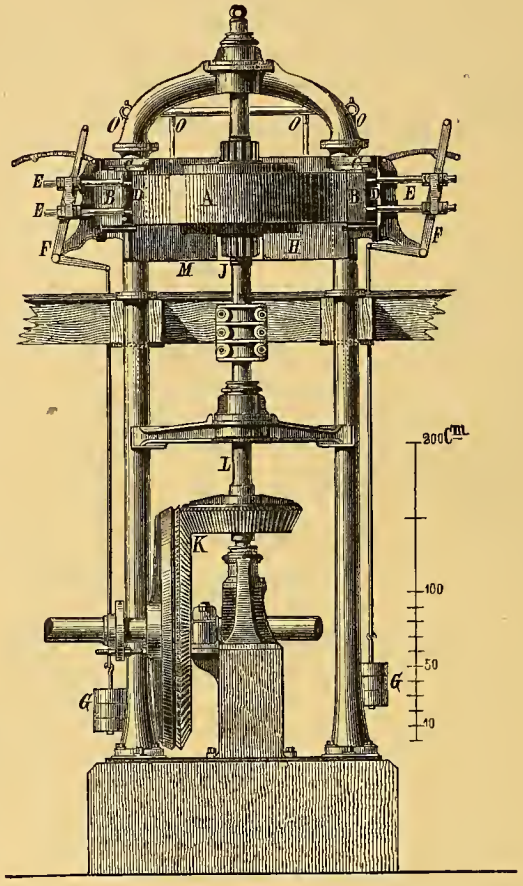
In manchen Fabriken begnügt man sich damit, die grösseren Späne und guten Reststücke auf gewöhnlichen Schleifern unter neueingelegte Klötze zu legen, sie mit diesen anzupressen und zu schleifen. Wo Holz theuer ist, mag es vortheilhaft sein, alle Späne in beschriebener Weise auszunutzen, wenn es jedoch sehr billig ist, wird man kaum einen Schleifer auf Herstellung minderwerthigen oder doch unregelmässigen Stoffes aus Spänen verwenden, sondern diese lieber verbrennen.

**474. Waagrechte Schleifer mit senkrechter Welle.** Die Herren Theo. & Friedr. Bell in Kriens bei Luzern hatten schon vor 1875 viele erfolgreiche Holzschleifereien eingerichtet, und ihr damaliges Verfahren ist in der ersten Ausgabe dieses Buches beschrieben.

Waagrecht liegende Steine mit senkrechter Welle wurden von verschiedenen Erfindern, zuerst von Siebrecht, eingeführt; der in den 70er Jahren von Bell gebaute ist durch Fig. 1196 im Aufriss mit durchschnittenen Kammern in 1:50

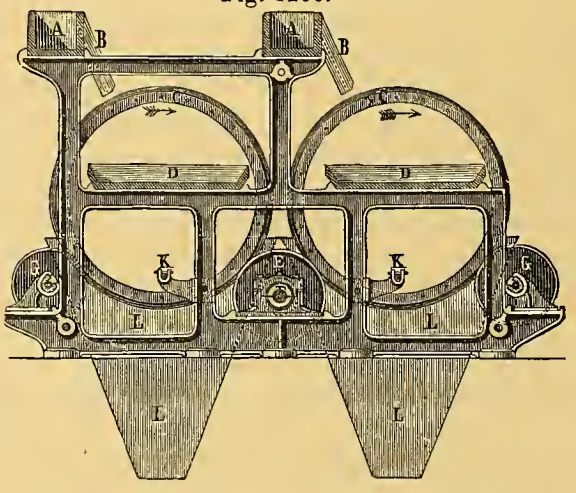
der wahren Grösse dargestellt. Der Schleifstein *A* hat einen Durchmesser von 174 cm, eine Höhe von 38 cm und liegt in einem gusseisernen Gehäuse, welches acht gleichmässig vertheilte Kammern *B* zur Aufnahme des Holzes enthält. Die Holzblöcke werden durch die mit Deckeln versehenen Oeffnungen *C* von oben eingelegt und von Gussplatten *D*, Bolzen *E*, Hebeln *F* und daran hängenden Gewichten *G* angepresst. In jedem Kasten befindet sich ein senkrecht eintretendes Gummispritzrohr *O*, welches den Stein durch Abwaschen des anklebenden Stoffes beständig rein erhalten und das zur Fabrikation nöthige Wasser liefern soll. Die auf solche Weise sehr verdünnte Masse sammelt sich in dem durch den Blechboden *M* abgeschlossenen Raum *H* und wird von da durch einen Kanal *J* weiter geleitet. Der Antrieb erfolgt durch Kegelräder *K* und die senkrechte Welle *L*.

Fig. 1196.




Diese Steine können während des Ganges, also ohne Unterbrechung des Schleifens, geschärft werden. Die dazu dienende einfache Vorrichtung und ihre Anwendung ist durch Figg. 1197 und 1198 im Aufriss und Grundriss in 1 : 15 der wahren Grösse dargestellt. Sie besteht aus zwei Schärfrollen *a a*, welche sich frei um eine Spindel drehen, die in dem Auge *b* des Hebelarms *d* liegt. Jede der beiden Rollen *a a* ist aus 9 gezahnten, 4 mm dicken Stahlscheiben von 100 mm Durchmesser zusammengesetzt, deren Zahntheilung 3 bis 4 mm beträgt. Die Schärfrollen werden mit dem Hebel *d e* von Hand an den Schleifstein *A* gedrückt und gleichzeitig durch die Schraube *g* und Kurbel *h* senkrecht auf- und abwärts bewegt. Ein Auf- und Niedergang genügt zur Schärfung des Steines, und eine Schärfung genügt in der Regel für 24 stündigen Betrieb. Die Zeit, welche eine solche Schärfung, einschliesslich des Einsetzens und Herausnehmens, in Anspruch nimmt, ist kaum nennenswerth. Der Raum zwischen zwei Presskammern *B*,

Fig. 1200.



welcher zur Aufnahme der Schärfvorrichtung dient, ist durch Fig. 1199 so dargestellt, wie er in gewöhnlichem Zustande erscheint. Die Oeffnung *l m* des Gehäuses ist dabei durch den gusseisernen Deckel *n* verschlossen.

Fig. 1197.

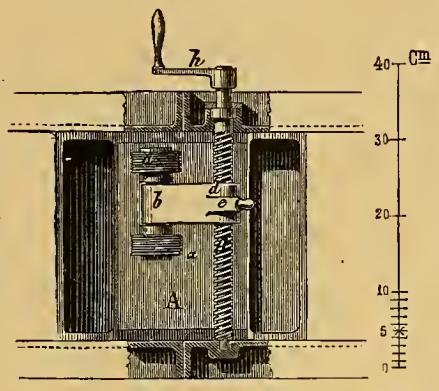



Fig. 1198.

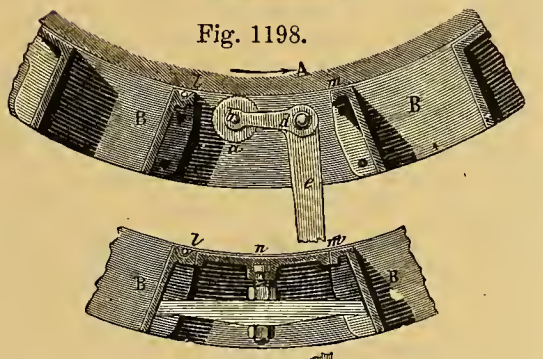
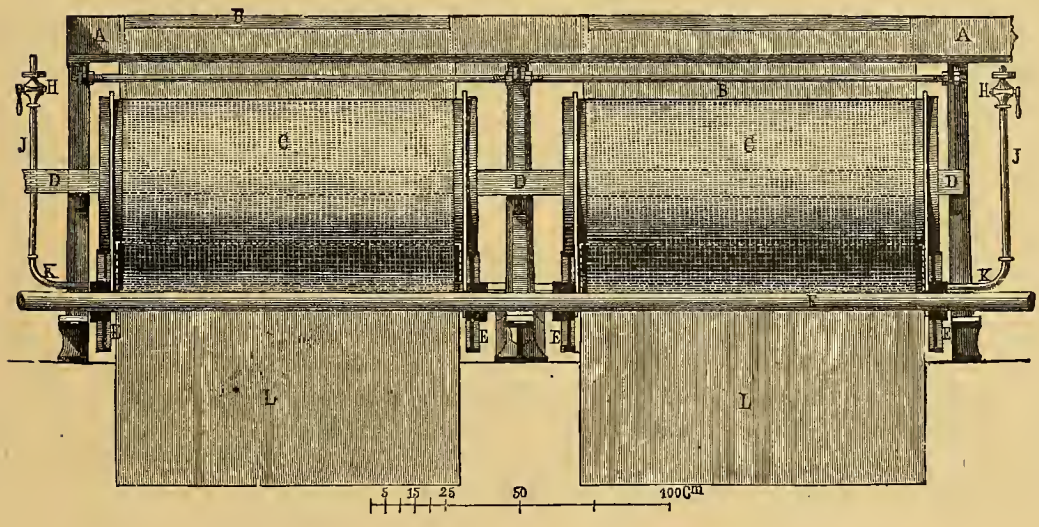



Fig. 1199.

Der von Bell angewendete Sortirer ist in Fig. 1200 und Fig. 1201 in 1 : 25 der wahren Grösse dargestellt. Derselbe besteht aus 4 Cylindern *C*, welche aus je zwei durch Gasröhren miteinander verbundenen Gussringen zusammengesetzt sind. Die Gasröhren sind schraubenförmig mit starkem Messingdraht umwunden, und dieser dient einem Ueberzug von Metalltuch als Unterlage. Die Gussringe der vier Cylinder ruhen auf gemeinsamen Scheiben *E*, durch welche die Bewegung der Welle *F* auf sie übertragen wird, und seitlich sind sie auf den Scheiben *G* gelagert. Das mit Wasser gemengte geschliffene Holz wird durch die Kanäle *A* und deren seitlich abfallende Ausgüsse *B* auf die Cylinder *C* geleitet; diejenigen Theile, welche die gewünschte Feinheit besitzen, gehen durch das Metalltuch, fallen in die innerhalb befindlichen hölzernen Fangkanäle *D* und fliessen durch diese ab. Der gröbere Stoff bleibt aussen an den Cylindern hängen, wird durch das beständig aus den Spritzrohren *HJK* strömende Wasser von innen nach aussen

Fig. 1201.

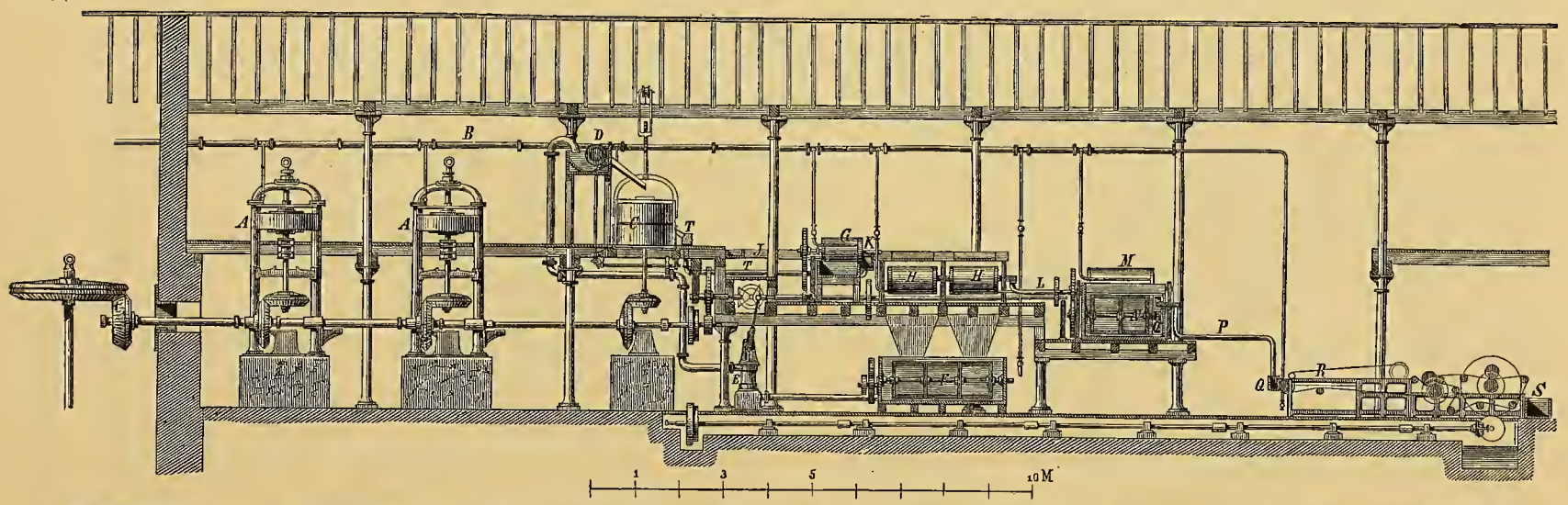


abgespritzt und fällt, von den schiefen Wänden *L* geleitet, in unterhalb stehende Kasten zu weiterer Verarbeitung. Diese Sortir-Cylinder unterscheiden sich vortheilhaft von anderen durch die Abwesenheit von Abnahmewalzen, welche stets auch den abzunehmenden Stoff in die Maschen des Metalltuches drücken. Die Vorrichtung hat auch den Vorzug, dass sie keine verdeckten Theile enthält und stets genau besichtigt werden kann, und den noch wichtigeren, dass das durchgehende Holz sofort aufgefangen und abgeleitet wird, anstatt, wie bei anderen Bauarten, in den unteren Theilen der Cylinder Gelegenheit zum Entweichen durch die Siebe zu finden.

Die Anordnung einer Holzschleiferei nach älterem Bell'schem System ist in Figg. 1202 und 1203 in Aufriss und Grundriss in 1:150 der wahren Grösse dargestellt. Das auf gewöhnliche Art mit Kreissägen geschnittene, gespaltene und geputzte Holz wird in den Presskasten der beiden Schleifer *A* geschliffen und von dem aus den Röhren *B* zugeleiteten Wasser durch die Kanäle *J* auf die Späncylinder *G* geschwemmt. Von diesen werden die Holzspäne zurückgehalten, während der zur weiteren Verarbeitung brauchbare Stoff durch das Metalltuch ins Innere gelangt, und von dem offenen Ende in die Rinne *K* fliesst, welche zu den Sortircylindern *H* führt. Damit der durchgegangene Stoff nicht innerhalb an dem Metalltuch des Späncylinders hängen bleiben und dieses verstopfen kann, wird es von einem Spritzrohr aus fortwährend von aussen nach innen gewaschen. Der Holzschliff, welcher ins Innere der Sortircylinder *H* gelangt, fliesst durch Röhren *L* in die Kasten der Entwässerungscylinder *M*. Diese Entwässerungscylinder lassen das eindringende Wasser durch das eine offene Ende abfliessen, und ihr Metalltuch wird vor dem Eintauchen in den Stoff durch ein Spritzrohr von aussen nach innen gewaschen. Sie liegen nicht in der Mitte der Kasten, sondern in der Weise parallel zur Mittelachse, dass der Raum zwischen der aufsteigenden Seite des Cylinders und der Kastenwand enger ist als auf der andern Seite, wo der Stoff ankommt. Dadurch bewirkt man, dass der entwässerte Stoff auf der engeren Seite hoch genug gehoben wird, um sich in den anstossenden Bottich *N* zu ergiessen, worin er durch einen aus eiserner Welle, gusseisernen Armen und schraubenförmig gewundenen Schienen bestehenden waagrechten Rührer (vergl. Seiten 514—521) am Ablagern verhindert wird. Das mit dem Rührer verbundene Schöpfrad *O* giebt den Stoff durch das Rohr *P* an den Einlaufkasten *Q* der Stoffpresse *R* ab. Diese Stoffpresse besteht aus einem endlosen Metalltuch Nr. 80, welches wie bei der Papiermaschine angeordnet und, wie diese, mit Gautschpresse und voll gegossener eiserner Nasspresse versehen ist. Nachdem der Stoff von *Q* aus durch diese Maschine gegangen ist, fällt er vom Nassfilz unmittelbar in einen anstossenden Kasten *S* und ist dann (mit einem Wassergehalt von etwa 55 Procent) zum Versandt bereit.

Diejenigen Theile des Stoffes, welche nicht durch das Metalltuch der Sortircylinder *H* gehen, also noch zu grob sind, fallen in die Kasten *F*, worin sie mit Wasser umgerührt und dann von der Pumpe *E* in den Trog des Entwässerungscylinders *D* gehoben werden. Dieser Cylinder hat den Zweck, der Masse eine zum Feinmahlen geeignete Konsistenz zu geben, da sie von ihm unmittelbar auf den Mahlgang *C* fliesst. Das in *C* feingemahlene Holz gelangt dann durch die Röhren *T* in die zu den Sortircylindern führende Rinne *K* und wiederholt den Kreislauf, bis es durch deren Metalltücher geht.

Fig. 1202.



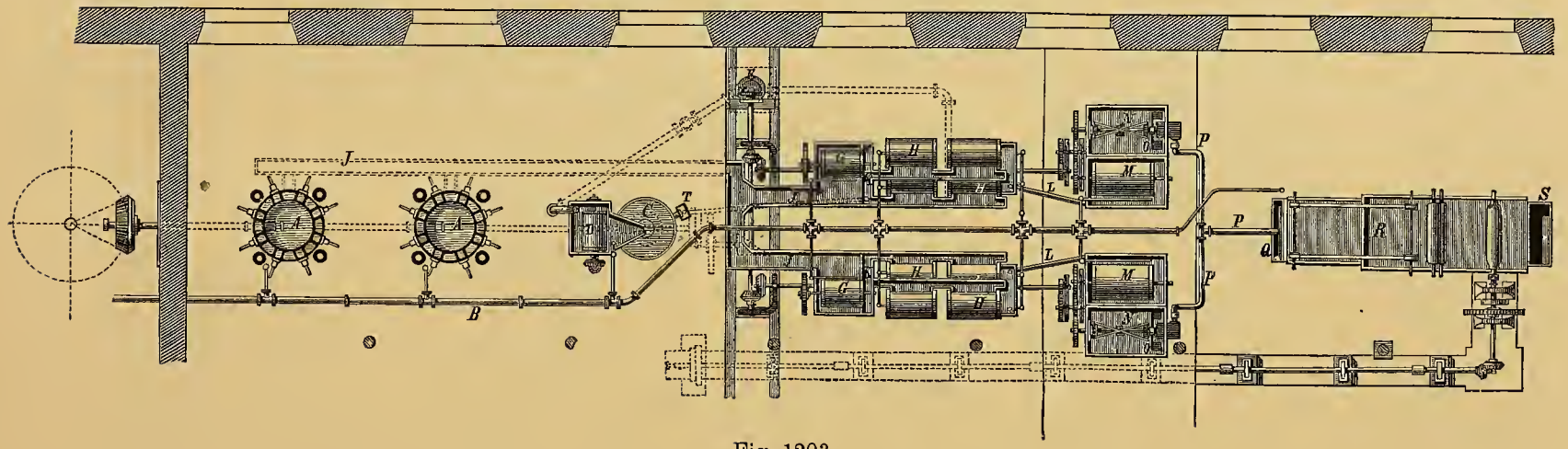




Fig. 1203.

Das Metalltuch der Späncylinder ist Nr. 4,
„ „ „ Sortircylinder für Aspenholz Nr. 22,
„ „ „ „ „ Fichten- und Tannenholz Nr. 20,
„ „ des kleinen Entwässerungscylinders *D* Nr. 22,
„ „ „ grossen „ *M* Nr. 80.

Die Schleifsteine sind wie gewöhnlich aus feinem Sandstein gehauen, die Mahlsteine aus gröberem Quarzkonglomerat.

Je nach der Grösse der Anlage, der Beschaffenheit des Holzes und der Steine braucht man etwa 3 bis $3^1/_2$ Pferdestärken zur Erzeugung von 50 kg trocken gedachten Holzschliffs in 24 Stunden.

Für 50 kg geschliffenes Holz, welches in 24 Stunden geliefert wird, kann man einen Wasserverbrauch von 30 l in der Minute rechnen, doch sollte man, wie es z. B. in der grossen von Herren Bell & Co. erbauten Holzschleiferei in Perlen bei Luzern geschieht, das ablaufende Wasser in grosse gemauerte Behälter fliessen lassen, um es nöthigenfalls wieder zu verwenden, hauptsächlich aber, um alles fortschwimmende Holz durch Ablagerung zu retten.

Eine Anlage von der in Figg. 1202 und 1203 dargestellten Art und Grösse erzeugt in 24 Stunden 1200 bis 1500 kg lufttrocken gedachtes, geschliffenes Holz und braucht mit den Vorbereitungsarbeiten, dem Entrinden, Sägen und Spalten des Holzes, 18 Arbeiter bei Tage und 8 bei Nacht.

Der waagrechte Schleifer soll gegenüber dem senkrecht laufenden Stein mit Bezug auf die Güte des Fabrikats den Vortheil haben, dass das abgeschliffene Holz leicht abfliesst und wenig Gefahr läuft, unter die folgenden Kammern zu gerathen und zu Pulver gemahlen zu werden. Seine Leistungsfähigkeit soll dadurch erhöht sein, dass das Holz ringsum gleichmässig angepresst wird, dass also garkein seitlicher Druck, oder doch ein sehr geringer, auf die Zapfenlager geübt wird. Der Kraftverbrauch soll sich dadurch den senkrecht laufenden Steinen gegenüber um $^1/_2$ Pferdestärke und mehr auf 50 kg in 24 Stunden hergestellten, trocken gedachten Holzschliff vermindern.

Vorstehend beschriebene, der ersten Ausgabe dieses Buches entnommene Bauart ist infolge damit gemachter Erfahrungen seitdem geändert worden. Man glaubte früher, das Holz mit Hebelgewicht stets gleichmässig auf den Stein pressen zu können, weil die Gewichte bei Vorkommen eines Hindernisses nachgeben und dann stets wieder denselben Druck ausüben. Es zeigte sich jedoch, dass die federartige Wirkung der Gewichtshebel die Steine sehr bald unrund macht, wozu auch der Umstand beitragen mag, dass die Steine niemals ganz genau rund laufen und häufig an verschiedenen Stellen ungleich hart sind. Mit unrunden Steinen wird aber splittriger Stoff erzeugt, da die hohen Stellen eine schlagende Wirkung auf das Holz üben und davon grobe Theile abreissen, die sich auf dem Mahlstein nicht mehr in Einzelfasern trennen lassen.

Es wurde auch als misslich empfunden, dass die Gewichte bei schnellem wie langsamem Umlauf denselben Druck auf den Stein übten. Das Heben der schweren Gewichte erforderte einen besonders starken Mann zur Bedienung, und die im Raum der Triebräder freihängenden Gewichte waren stets in Gefahr, irgendwie mit dem Getriebe in Berührung zu kommen und Schaden anzurichten.

Das Heben der Gewichte wird jetzt dadurch erleichtert, dass man dieselben

durch Radübersetzung auf den Druckkolben wirken lässt und dadurch gleichzeitig deren federnde Wirkung vermindert. Auch werden die Gewichte häufig durch Federdruck ersetzt, der nicht gleich bleibt, sondern sich dem Erforderniss anpasst. Figg. 1204 und 1205 geben Auf- und Grundriss eines Bell'schen Schleifers dieser neuern Bauart in etwa 1 : 30 der wahren Grösse. Jede Pressplatte wird hier von einer Kolbenstange *A* bewegt, die unten mit einer Zahnstange versehen ist. Das

Fig. 1204.

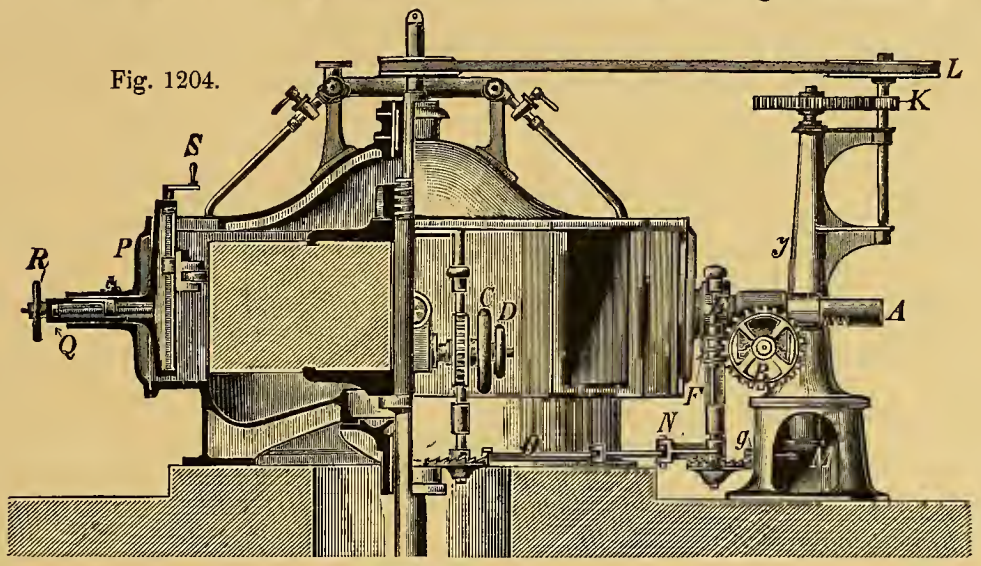
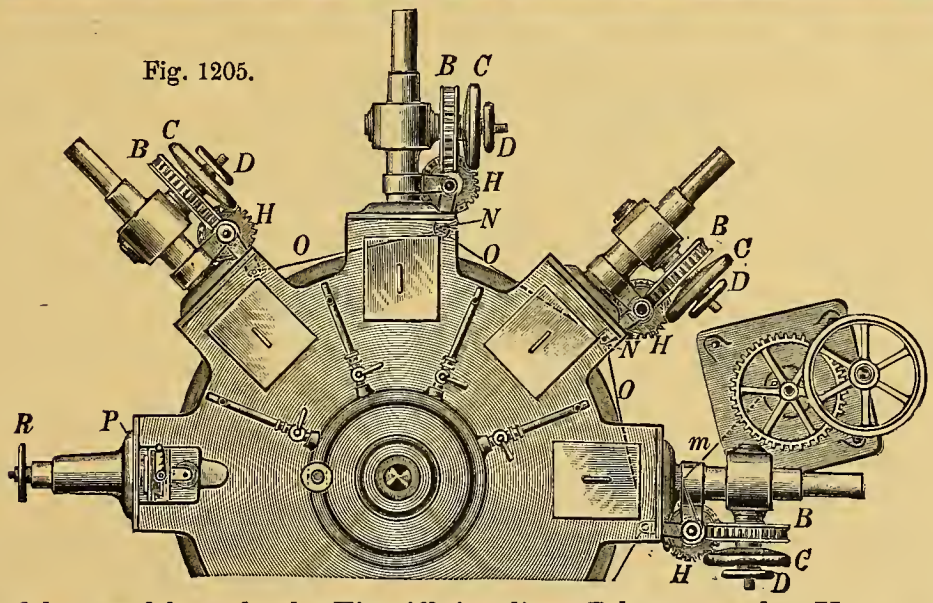



Fig. 1205.




Triebrädchen, welches durch Eingriff in diese Zahnstange den Vor- und Rückschub der Pressplatte oder des Druckkolbens bewirkt, erhält seine Bewegung von dem auf gleicher Welle sitzenden Schneckenrad *B* durch die auf der senkrechten Welle *E* sitzende Schnecke *F*. Das Schneckenrad *B* sitzt lose auf der Welle und tritt nur in Wirksamkeit, wenn der Konus des festgekeilten Handrads *C* fest genug hinein gepresst wird, um es mitzunehmen und den Widerstand im Presskasten

zu überwinden. Bei grösseren Widerständen, wie sie durch hartes Holz oder Verkeilung des Holzes im Presskasten hervorgebracht werden, schleift das Schneckenrad *B* auf dem Reibungs-Konus, nimmt also die Welle nicht mit und richtet keinen Schaden an. Das kleinere Handrad *D* dient zum Feststellen des angepressten grösseren *C*. Durch Lösen der Handräder *C* und *D* kann man die Druckplatte jederzeit rasch von ihrem Vorschub-Mechanismus befreien und zurückbringen, um frisches Holz einzulegen, usw.

Diese Reibungskupplung genügt nicht zur Begrenzung des Drucks, mit welchem das Holz auf den Stein gepresst werden soll; hierzu dient vielmehr eine

Fig. 1206.

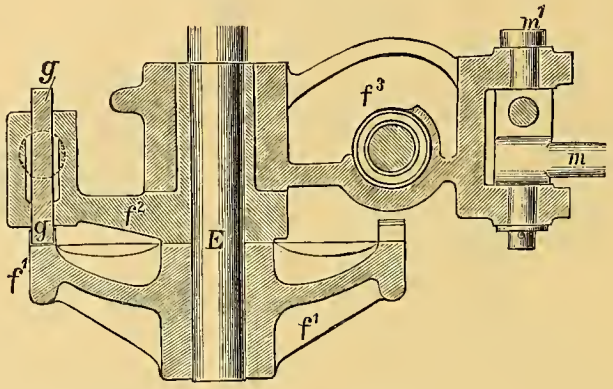
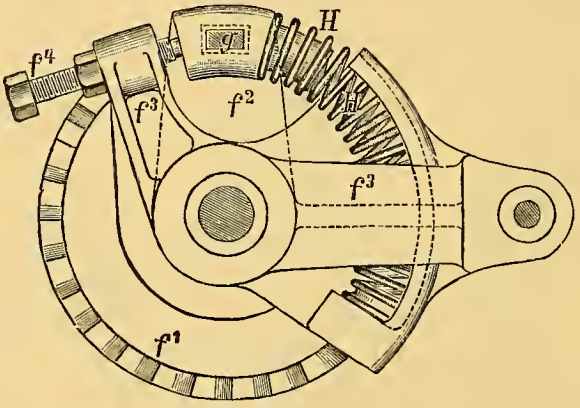



Fig. 1207.




Schaltung, deren Schaltkeil *g* von einer weiterhin beschriebenen Feder *H* in richtiger Stellung und Wirkung erhalten wird. Der Antrieb der Schaltung erfolgt von einer in dem Ständer *J* gelagerten senkrechten Welle aus, die von der Schleiferwelle durch Riemscheiben *L* und Zahnräder *K* ihre Bewegung erhält. Am untern Ende dieser senkrechten Welle sitzt eine Kurbelscheibe *M*, welche durch Vermittlung der Hebel *N* und deren Verbindungsstangen *O* die stetige Schaltung veranlasst, die anstelle der früheren Ketten und Gewichte den Vorschub und das Anpressen des Holzes in den Schleifkasten bewirkt. Da die Schaltung ihre Bewegung von der Schleiferwelle erhält, so wird der Vorschub in dem Verhältniss rascher und langsamer erfolgen, wie der Stein umläuft und das Holz abschleift.

In Figg. 1206 und 1207 ist die Schaltung in vergrössertem Maassstab besonders dargestellt. Die von der Kurbelscheibe $M$ (Fig. 1204) ausgehende Kurbelstange $m$ ist durch Bolzen $m^1$ mit Hebelarm $f^3$ verbunden, der sich um die Welle $E$ dreht. Die Kurbelbewegung wird jedoch von $f^3$ nur durch Vermittlung der Spiralfeder $H$ auf den Schaltkeil $g$ übertragen, welcher in dem Hebelarm $f^2$ sitzt und in das Schaltrad $f^1$ greift, wie aus Fig. 1206 erkennbar. Wenn nun das Schaltrad $f^1$ infolge zu starker Pressung im Schleifkasten der Drehung zu grossen Widerstand bietet, so stösst sich Feder $H$ in sich selbst zusammen, und Hebel $f^2$ mit dem in Fig. 1208 besonders dargestellten Schaltkeil $g$ bleibt stehen. Dann findet keine Schaltung statt, bis der Widerstand soviel kleiner geworden ist, dass sich Feder $H$ beim Vorschub der Schubstange nicht mehr zusammendrückt, sondern den Hebel $f^2$ mit Schaltkeil $g$ um einen oder mehrere Zähne vorwärts schiebt. Die Grösse dieses Vorschubs kann durch Verstellung des Hubs auf der Kurbelscheibe $M$ geregelt werden. Der Rückgang des Hebels $f^2$ mit dem Schaltkeil $g$ wird durch eine Verlängerung des Hebelarms $f^3$ gesichert, welcher das Gehäuse von $g$ mittels Stellschraube $f^4$ zurückschiebt.

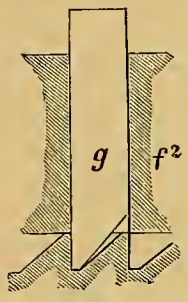


Fig. 1208.

Anstatt dieser Anpressung bauen Bell & Co. auch hydraulische nach Art der weiterhin beschriebenen.

Alle diese Schleifer sind, wie bei der ältern Bauart, mit Schärfeinrichtung versehen. An ein Gehäuse, gleich dem der Presskasten in Fig. 1204/5, ist ein Deckel $P$ geschraubt, in dem mit Schraubspindel und Handrad $R$ der innere Träger $Q$ der Schärfrolle vor- und rückwärts bewegt werden kann. Soll der Stein geschärft werden, so lässt man denselben langsam laufen, schiebt die Schärfrolle gegen denselben und bewegt sie durch Drehung der Kurbel $S$ auf und ab.

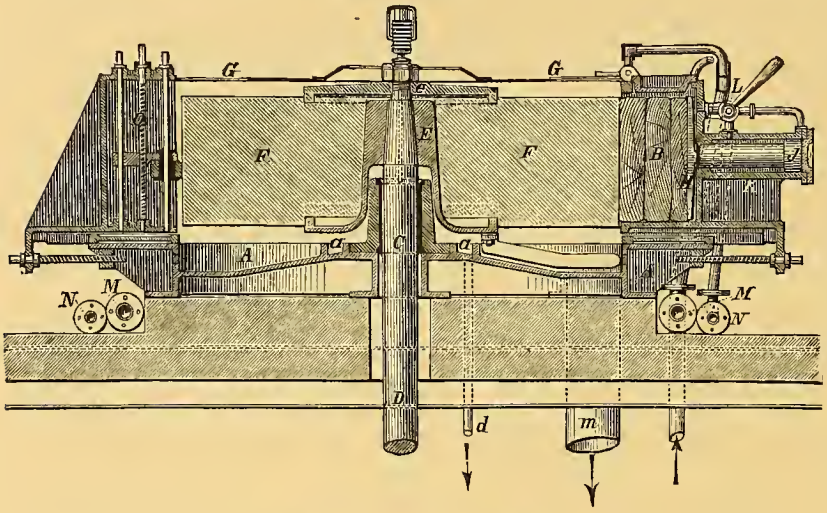
**475. Schleifer mit Wasser-Pressung.** Wasserdruck wird schon seit vielen Jahren, zuerst von Siebrecht in Kassel, zum Anpressen des Holzes an den Stein benützt. Verfasser sah schon 1873 eine vom Ingenieur Bergès bei Grénoble, Frankreich, erbaute und ihm gehörige Schleiferei, in welcher eine von hoher, steiler Felswand in eisernem Rohr herabkommende geringe Wassermenge die erforderliche Triebkraft lieferte. Aus dem Druckrohr wurden Zweige in die Presskasten geführt, wo der starke Wasserdruck zum Anpressen des Holzes diente.

Das Verfahren hatte bei den Siebrecht'schen Anlagen aus Anfang der siebziger Jahre keinen Erfolg, weil dabei ein Wasserdruck von 50 bis 100 Atmosphären in den Presscylindern, wie für hydraulische Pressen, angewendet wurde. Dasselbe fand erst in der zweiten Hälfte der 80er Jahre, besonders in Amerika, wo man sich mit einem Pressendruck von etwa 4 Atmosphären begnügte, grössere Verbreitung, die dann Vervollkommnung der Einrichtungen mit sich brachte.

Als Beispiel eines der zahlreichen Schleifer mit Wasser-Pressung ist in Figg. 1209 und 1210 Aufriss-Durchschnitt und Grundriss eines von der Maschinenbau-Anstalt Golzern in Sachsen gebauten Schleifers mit hydraulisch-atmosphärischer Anpressung, System Kron, in 1 : 20 der wahren Grösse dargestellt. Auf dem Rand des Tellers $A$ sind je nach Grösse des Steines $F$ 6 bis 10 Presskasten $B$ derart mit Schraubspindeln befestigt, dass sie sich, wie Fig. 1209 zeigt, durch

Drehen dieser Schrauben gegen den Stein verschieben lassen, um dem durch Abarbeiten verminderten Durchmesser zu folgen. Das Holz wird von oben in die Schleifkasten gestellt, welche mit Scharnierdeckeln versehen sind. An den Aussenseiten der Presskasten sind Cylinder *K* ausgebildet, in welchen Kolben *J* mit Lederdichtung gleiten. Die Pressplatten *H* bilden die inneren Enden dieser Kolben. An jedem Kasten befindet sich ein Steuerhahn *L*, durch den man Druckwasser hinter oder vor den Kolben treten lassen und diesen damit anpressen oder zurückziehen kann. Das Druckwasser kommt aus dem Rohrkranz *N* durch Gummischläuche zu den einzelnen Presskasten. Das abgeschliffene Holz sammelt sich in dem Teller *A* und fliesst aus diesem durch Rohr *m* ab. Das Spritzwasser wird durch Rohrkranz *M* zugeführt, gelangt durch Zweigrohre nach oben und hinter jedem Presskasten auf den Stein. Die Schleiferwelle *D* wird durch das auf dem Teller *A* ruhende Halslager *C* geführt und trägt am oberen kegelförmigen Ende die glockenartige Steinbüchse *E* mit dem durch Gegenscheibe *e* und Mutter darauf befestigten Stein *F*. Ueber diesem liegt ein leichtes Schutzblech *G*, welches sich leicht abnehmen lässt.

Fig. 1209.



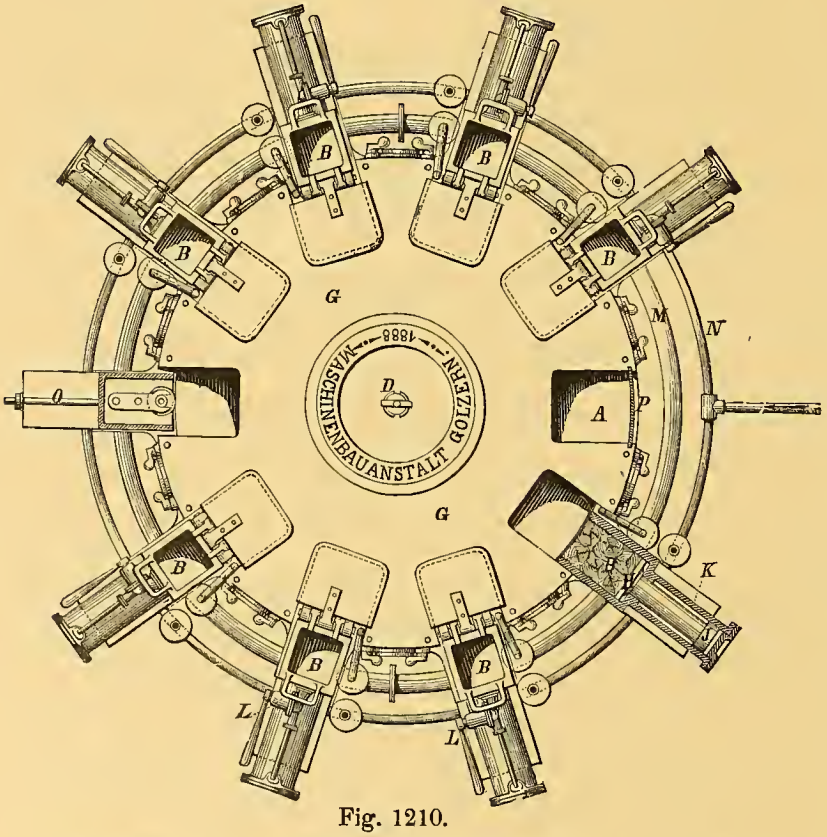




Fig. 1210.

Das Schmieröl sammelt sich in der Rinne *a* und wird durch Rohr *d* fortgeführt. Der mit Stahlrollen versehene Schärfer *O* dient zum selbstthätigen Schärfen des Steins, Schieber *P* gestattet Zutritt zum Abrichten und Nachschärfen von Hand.

Dieselben Pressen werden auch bei Schleifern mit waagrechter Welle angewendet.

Um genügenden Druck auf das Holz hervorzubringen, muss man entweder sehr hohes Gefälle haben und dies unmittelbar wirken lassen, oder den Druck künstlich herstellen. Die vielfach versuchte Einschaltung von Presspumpen und Gewichts-Akkumulatoren ergab zu harten, stossenden Druck, der sich überdies der geringen Menge gepressten Wassers wegen schwer regeln liess und geschickte Bedienung erforderte. Durch den in Figg. 1211, 1212 und 1213 dargestellten »hydraulisch-atmosphärischen Akkumulator« wird Luft in solcher Weise zusammengepresst, dass sie als Arbeitssammler und zugleich als elastisches Kissen zur Sicherung gleichmässigen Druckes dient. Eine kleine Pumpe *Q* saugt Wasser aus dem als Behälter dienenden Fuss des Arbeitssammlers und presst es in den ziemlich grossen Windkessel *R*. Die darin befindliche Luft wird hierdurch zusammengepresst, und das unter Druck stehende Wasser geht durch das Abflussrohr *S* in den Rohrkranz *N*, Figg. 1209/10, des Schleifers. Ein Wasserstandsglas *T* zeigt die Höhe des Wassers im Windkessel und ist auch mit Manometer und Lufthahn verbunden. Zur Sicherung und Ueberwachung des Betriebs ist unten ein mit verschiebbaren Gegengewichten auf den zulässigen höchsten Druck eingestelltes Sicherheitsventil *U* angebracht, sowie ein Druckventil *V*, mit welchem man durch Auflegen und Abnehmen von Gewichten den Druck regeln kann.

Fig. 1211.

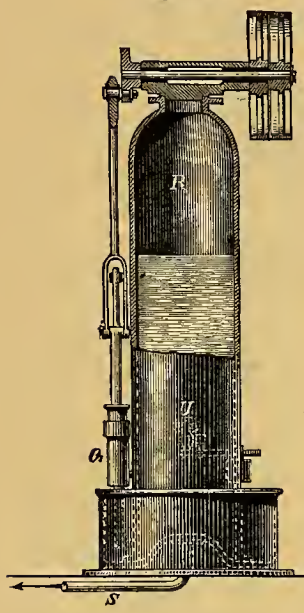
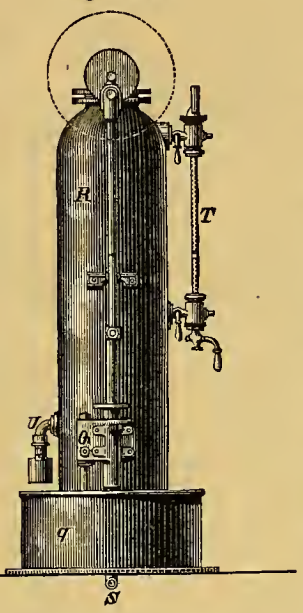



Fig. 1212.



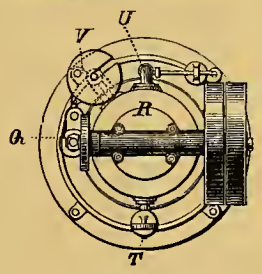



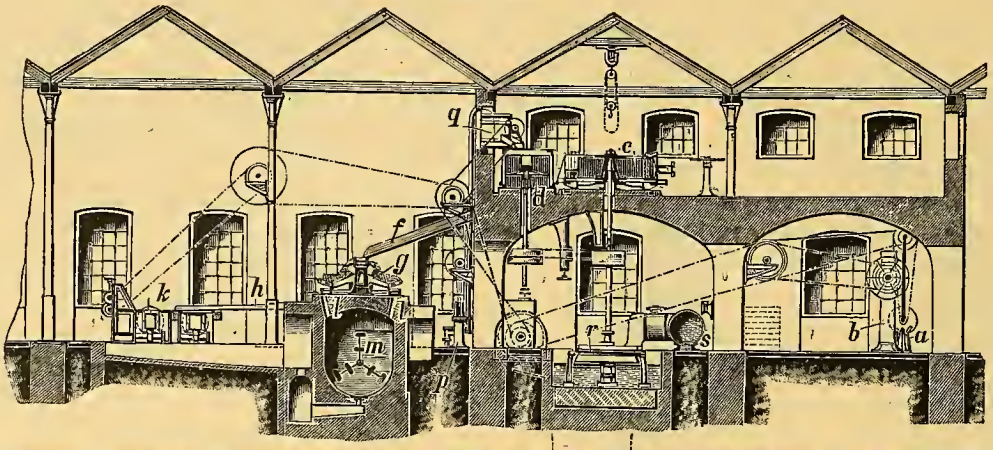

Fig. 1213.

Da der Arbeiter zur Bedienung keinen Kraftaufwand braucht, so kann er zwei Schleifer von zusammen 4—500 Pferdestärken versehen. Schleifer dieser Art können bei 500 mm Schleifbreite mit 6 Pressen 150, mit 10 Pressen 250 und bei 600 mm Schleifbreite 180 bis 300 Pferdestärken verbrauchen und sollen bis 15 kg besten Holzschliff auf jede Tagespferdestärke liefern.

Eine von der Maschinenbau-Anstalt Golzern i. S. in Italien ausgeführte Anlage dieser Art ist in Figg. 1214 und 1215 in 1 : 200 der wahren Grösse in Aufriss-Durchschnitt und Grundriss dargestellt. Das Holz wird mit der schwingenden

Kreissäge *a* zerschnitten, mit Handhobel entrindet, auf der Hackmaschine *b* gespalten und auf den Schleiferboden gebracht. Dort wird es von dem Arbeiter, welcher die beiden achtpressigen Schleifer *c* mit Steinen von 1800 mm Durchmesser und 530 mm Breite und zwei Feinmühlen *d* von 1200 mm Stein-Durchmesser und 300 mm Steinhöhe bedient, in die Presskasten gelegt. Das geschliffene Holz

Fig. 1214.



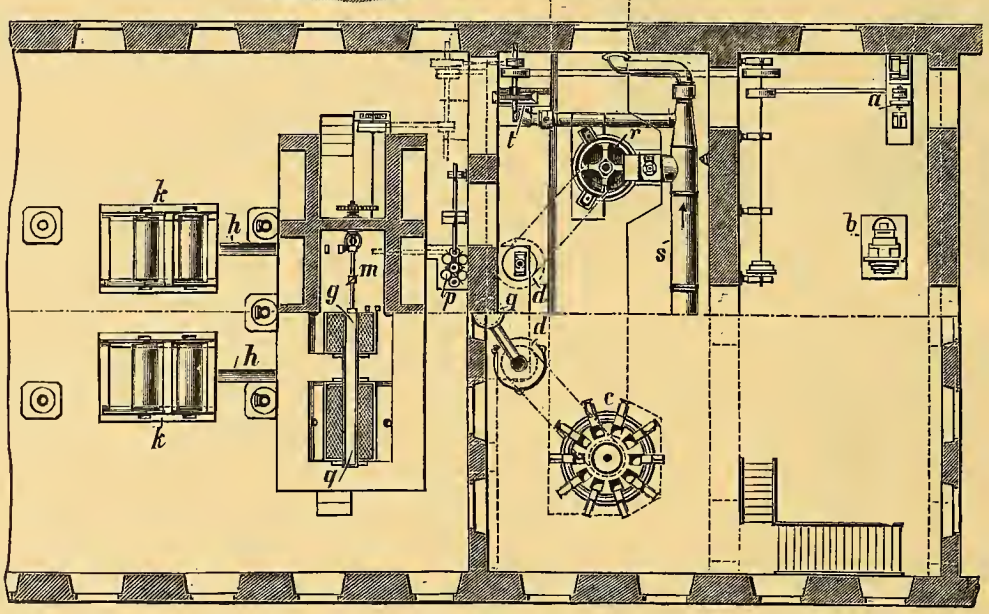




Fig. 1215.

fliesst durch Rinnen *f* in zwei Splitterfänge und aus diesen auf die Schaukel-Sortirer *g*, zu denen sie gehören, und die in Abschnitt 484 beschrieben werden. Der durch die Siebe der Sortirer *g* gedrungene, also feine Stoff fliesst durch Rinnen *h* auf die mit 2 Siebcylindern versehenen Pappen-Maschinen *k*, welche ihn als Pappen oder Schabstoff abliefern. Jeder Siebcylinder hat 700 mm Durchmesser und 1560 mm Länge.

Der auf den Sortirern *g* abgeschiedene grobe Stoff gelangt durch Kanäle *l* in die Rührbütten *m* mit waagrecht gelagerten Rührern, aus denen ihn Pumpe *p* wegsaugt und in die hochstehende Bütte *q* befördert, welche beide Feinmühlen *d* speist. Von letzteren werden die groben Theile fein gemahlen und wieder auf den Sortirern *g* abgeliefert.

Die beiden Schleifer *c* sitzen unmittelbar auf den senkrechten Wellen der Partialturbinen *r* von je 150 Pferdestärken, die durch Rohre *s* gespeist werden. Aus denselben empfängt auch die zwanzigpferdige Partialturbine *t* mit waagrechter Welle das Betriebswasser. Die Zweige, welche vom Hauptrohr zu den Turbinen *r* führen, sind mit Drosselklappen, der von *t* mit Absperrschieber zur Regelung des Zulaufs versehen. Das Hauptrohr *s* endet mit einem Leerlaufschieber. Der Gebirgsbach, welchem das Wasser entnommen wird, giebt an der Baustelle 33 m Netto-Gefälle und 1000 l Wasser in der Sekunde, und die Turbinen sind mit Einrichtung zum Einstellen für die bei jedem Wasserstand mögliche Höchstleistung versehen. Das hohe Gefälle ermöglicht Zuführung des Fabrikationswassers mit natürlichem Druck.

Das 36 m lange, 14 m breite, 7 m hohe Gebäude ist in der Zeichnung abgebrochen dargestellt, an jedem Ende ist ein 6 m langer Theil weggelassen.

Die Schleiferei kann bis 4000 kg in 24 Stunden liefern, sie verarbeitet Pappel- und Fichtenholz und stellt daraus sehr feinen Stoff her. Deutsche Papierfabrikanten würden den dort hergestellten feinen Stoff wahrscheinlich für todtgemahlen halten und nur als Füllstoff gelten lassen. Die ursprünglich mit den Schaukel-Sortirern gelieferten 6 Sortirsiebe von 2000 × 500 mm = 6 qm Fläche waren Nr. 14, also für italienische Anforderungen zu weitmaschig, wurden desshalb durch Nr. 22 ersetzt und auf 10 Siebe vermehrt, weil die Turbinen grössere Kraft als vorgesehen, nämlich 410 anstatt 320 Pferdestärken, lieferten.

In den Vereinigten Staaten von Amerika ist hydraulisches Anpressen ziemlich allgemein eingeführt. In Figg. 1216 und 1217 ist als Beispiel die Bauart eines Schleifers in 1:40 der wahren Grösse dargestellt, welche The Pusey & Jones Co. in Wilmington, Delaware, seit 1892 ausführt.

Die Stahlwelle *A* wird von der Turbinenwelle aus durch Vermittlung der gespaltenen Kupplung *C* in Bewegung gesetzt und nimmt den aus Sandstein angefertigten Schleifer *D* mit. Welle *A* ruht dabei in langen Lagern *B*, deren Holzfüllung mit Stellschrauben zusammengepresst werden kann. Der Stein *D* wird von gusseisernen Platten $EE^1$ festgeklammert, zu deren Aufnahme Ausbuchtungen *I* in den Stein gehauen sind. Dieselben werden mit Links- und Rechtsgewinde auf Welle *A* geschraubt und durch den Widerstand des Steins gegenüber der Drehkraft fester angezogen, können sich also keinesfalls losdrehen. Die Presskasten *pockets G* hängen zwischen den Seitenplatten des Gestells mit ihren Ohren $TT^1$ in den Schraubenbolzen $UU^1$, auf denen sie sich vorschieben und mit Muttern $XX^1$ und $X^2$, $X^3$ feststellen lassen. Durch diese Verstellbarkeit wird es möglich, die Kasten stets so dicht an den Stein zu bringen, dass keine Splitter *slivers* zwischen diesen und die ausgezackten Kastenwände gelangen. Durch mit Verschlussdeckeln versehene Handlöcher $VV^1$ kann man in die ⋁ förmigen Räume zwischen den Kasten *G* gelangen und etwa dorthin gelangte Splitter herausholen.

Die Kasten *G* werden durch Klapp-Thüren *F* mit Holz gefüllt, welches dann von Pressplatten *H* gegen den Stein gepresst wird. An den Thüren *F* sind Stahlfedern *J* befestigt, welche deren Fall und Bruch hindern, wenn sie von unvorsichtigen Arbeitern losgelassen werden und auf das Gestell schlagen könnten. Die Wellen *M* der Pressplatten *H* laufen mit Kolben *L* und Führungswellen *N* in den messingnen Druckcylindern *K*, welchen das durch Rohre *O* aus einer Pumpe oder hochgestellten Behälter kommende Wasser durch die Vierweghähne *P* zugeführt wird. Um das Holz auf den Stein zu pressen, leitet man das Wasser durch Rohre *R* hinter die Kolben, durch Rohre *S* aber vor die Kolben, wenn Platten *H* hochgehen sollen, damit neues Holz eingelegt werden kann. Die Rohre *RS* dienen abwechselnd für Druck- und Ablaufwasser, je nachdem gepresst oder gefüllt werden soll.

Fig. 1216.

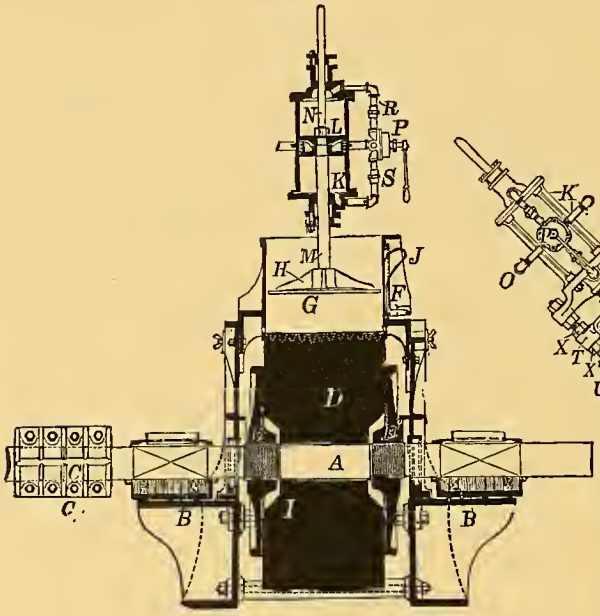
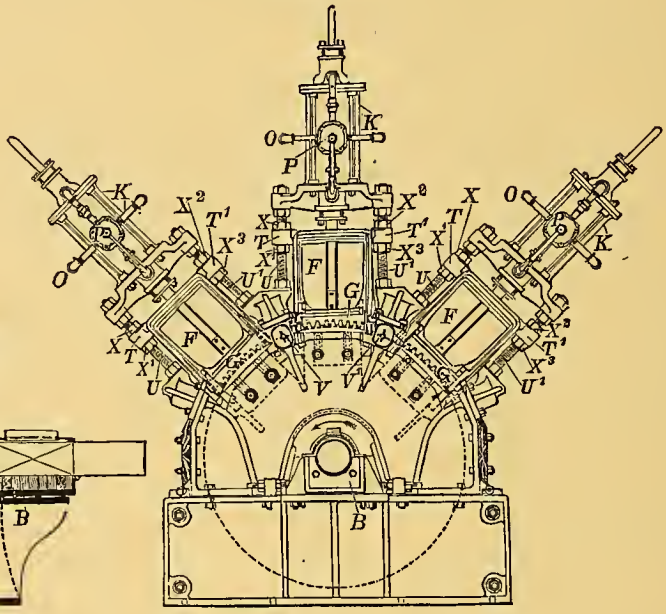



Fig. 1217.




Zahlreiche Patente zeigen, dass auch an diesen Schleifern viele Verbesserungen gemacht sind und werden. Nach dem amerikanischen Patent 481174 von John T. Horton in Lowville, New York, wird z. B. nur zum Anpressen der Holzklötze Wasser von hohem Druck, dagegen zum Heben der Kolben behufs Neufüllung der Presskasten Wasser von niedrigerem Druck verwendet. Hierdurch soll das Fallen des Drucks in den übrigen von derselben Druckpumpe gespeisten Cylindern, welches sonst stets beim Heben des Kolbens eines der Cylinder eintrat, und das damit verbundene ungleichmässige Anpressen der Holzklötze vermieden werden. Figg. 1218 und 1219 zeigen einen der über den Presskasten angeordneten Wasserdruck-Cylinder *A* in Aufriss und Durchschnitt. Tritt Druckwasser über den Kolben *B* (Fig. 1219), so geht dieser abwärts und presst das Holz an den Schleifstein, tritt dagegen Druckwasser unter den Kolben, so wird er wieder gehoben. Das unter einem höhern Druck stehende, über den Kolben zu leitende Wasser

wird durch das Rohr *C*, das unter den Kolben zu leitende, unter einem niedrigeren Druck stehende Wasser durch das Rohr *D* in den Hahn *H* und von hier in den Cylinder geführt.

Fig. 1218.

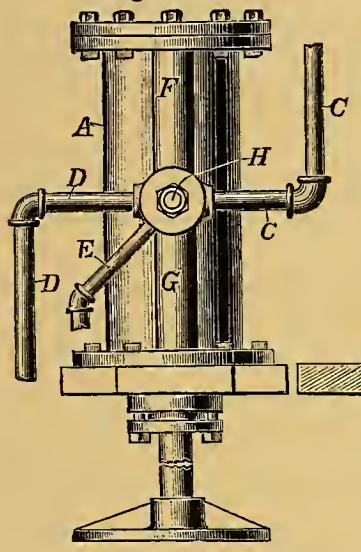
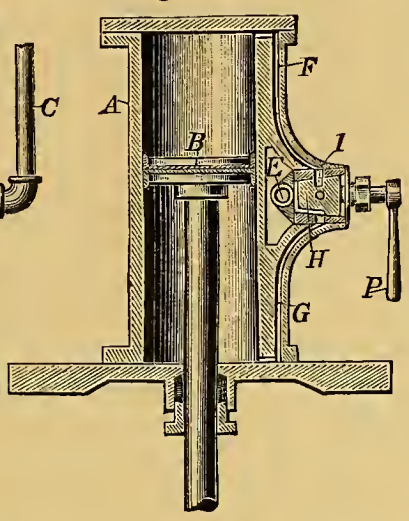



Fig. 1219.




In Figg. 1220 und 1221 sind zwei Stellungen des Hahnes *H* in grösserem Maassstabe gezeigt. Bei der Stellung der Fig. 1220 tritt das Wasser niedrigeren Druckes aus dem Rohr *D* durch die Hahnbohrung *J* in den Cylinderkanal *G* und aus diesem unter den Kolben, diesen anhebend, während das über dem Kolben befindliche Wasser durch Cylinderkanal *F*, Hahnbohrung *K* und Rohr *E* abfliesst. Die Hochdruckwasserleitung *C* ist unterdessen von dem Cylinder-Innern abgesperrt, sodass der Druck in derselben durch das Heben des Kolbens nicht beeinflusst wird. Bei der Stellung der Fig. 1221 dagegen steht die Hochdruckwasserleitung *C* durch die Hahnbohrung *I* und den Cylinderkanal *F* mit dem Raum über dem Kolben *B* in Verbindung, während das unterhalb des Kolbens befindliche Wasser durch den Cylinderkanal *G*, die Hahnbohrung *L* und das Rohr *E* abfliesst. Die Druckleitung *D* ist unterdessen von dem Cylinder-Innern abgesperrt. Das Abwasser-Rohr *E* steht durch eine Zweigbohrung mit der Mitte des Hahns *H* in Verbindung und trifft dort auf die bis dahin reichenden Bohrungen *K* und *L*. Ein Handgriff *P* (Fig. 1219) gestattet, den Hahn *H* nach Bedarf in die eine oder andere dieser beiden Stellungen zu bringen.

Fig. 1220.

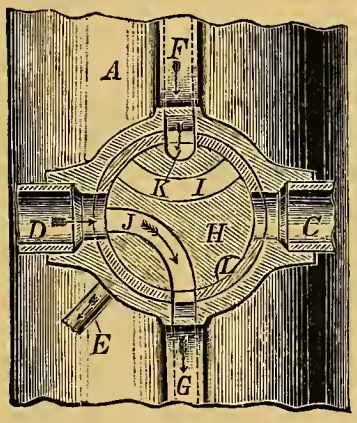
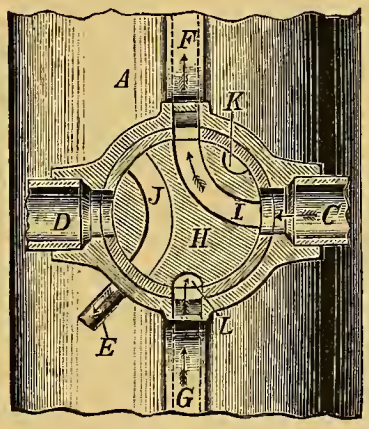


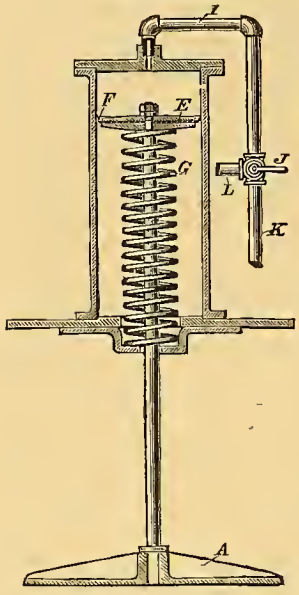

Fig. 1221.




Nach dem amerikanischen Patent 483 458 soll der Kolben garnicht durch Wasser-, sondern durch Federdruck zurückgeführt werden, wie in Fig. 1222 gezeigt ist. Das Druckwasser tritt durch Rohr *K*, Hahn *J* und Rohr *I* über den Kolben *E*, presst denselben nieder, und somit das unter der Pressplatte *A* befindliche Holz an den Schleif-

stein. Ist der Kolben $E$ in seiner tiefsten Stellung angekommen, so dreht man den Dreiweghahn $J$ derart, dass die Verbindung der Rohre $K$ und $I$ unterbrochen, dagegen Rohr $I$ mit dem Ableitungsrohr $L$ verbunden ist. Die beim Niedergang des Kolbens $E$ gespannte Feder $G$ dehnt sich nun wieder aus und bringt den Kolben $E$ in seine Anfangslage zurück, während das über dem Kolben befindliche Wasser durch Rohr $L$ abfliesst. Die zum Abdichten des Kolbens $E$ dienende biegsame Scheibe $F$ ist an ihrem Rande soweit nach oben umgebogen, dass sie beim Aufwärtsgange des Kolbens nicht nach der anderen Seite umgeklappt wird, was häufig ein Brechen der Dichtungsscheibe zur Folge hat.

Fig. 1222.




Anpressung mit Wasserdruck verbreitet sich immer mehr und besonders in Ländern, die über grosse Wasserkräfte verfügen, wie Nord-Amerika und Schweden-Norwegen. Sie vermindert die Arbeit der Bedienung auf das geringste Maass und erzielt ohne verwickelte Einrichtungen gleichmässigen Druck.

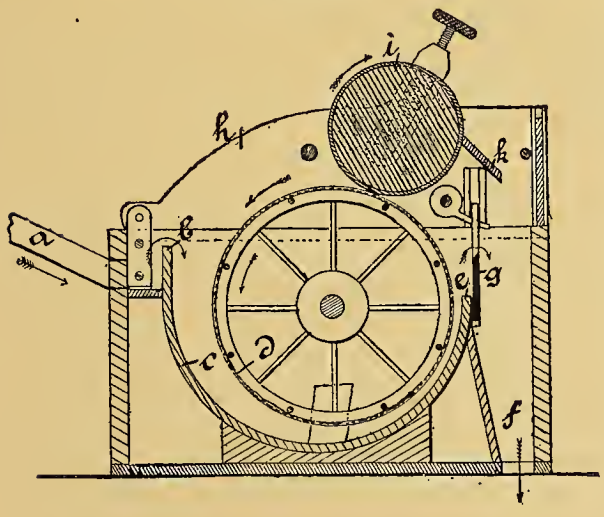
**476. Amerikanische Schleiferei.** Das Völter'sche Verfahren wurde auf Grund des amerikanischen Patentes durch A. Pagenstecher in den 60er Jahren in den Vereinigten Staaten eingeführt, entwickelte sich aber dort ganz anders als in Europa. Während man sich in Deutschland bemüht, möglichst viel Stoff aus dem Holz zu gewinnen und denselben recht fein und verfilzungsfähig herzustellen, geht das Bestreben der Amerikaner auf Vereinfachung der Einrichtungen und Ersparniss der theuern Menschenkräfte. Man begnügt sich, wie schon Seiten 1254 und 1255 nach der ersten Ausgabe dieses Buches berichtet ist, in der Hauptsache damit, das Holz zu schleifen und dann durch Knotenfänge gehen zu lassen, welche die zu groben Theile zurückhalten. Feinmühlen oder Raffineure werden auch jetzt (1894) noch nicht benutzt, die groben Theile gehen mit dem Waschwasser in den Fluss, und die Splitter werden verbrannt. Verfasser war 1893 Preisrichter der Ausstellung zu Chicago, besuchte bei dieser Gelegenheit eine Reihe der grössten Schleifereien des Landes und beschrieb dieselben in seinen unter »Chicago-Reise« in der Papier-Zeitung erschienenen Berichten.

Die besuchten Schleifereien waren mit sächsischen oder schottischen Sandsteinen oder weissen Sandsteinen aus Ohio von mehr als 1 m Durchmesser und grösserer Breite als in Deutschland üblich versehen. Sie hatten 1,2 und 1,4 m (48 und 54″) Durchmesser bei 45 und 68 cm (18 und 27″) Breite und waren mit 2 bis 5, die neueren mit 3 Pressen nach Figg. 1216 und 1217 besetzt. Die grossen mit 3 Pressen besetzten Steine liefern bei einem Kraftverbrauch von etwa 250 Pferdestärken gut 5000 kg, mit 5 Pressen und 350 Pferdestärken 7000 kg trocken gedachten Schliff in 24 Stunden. Infolge des ungeheuern auf jede Presse entfallenden Drucks und der geringen zugeleiteten Spülwasser-Menge wird die abgeschliffene Masse so heiss, dass man kaum die Hand hineinhalten kann. Dabei ist sie nicht dünnflüssig wie in Europa, sondern breiartig dick. Man führt dieses sogenannte Heiss-Schleifen absichtlich herbei, weil der Stoff — wie die Amerikaner sagen — dadurch weicher und geschmeidiger wird.

Der so von einem Stein erhaltene Schliff wird nachträglich mit Wasser verdünnt, durch ein geeignetes Sieb von groben Splittern befreit und auf einen zugehörigen Knotenfang von derselben Art gepumpt, wie sie an Papiermaschinen benutzt werden. Es sind Planknotenfänge mit Schüttelbewegung von der Seiten 550—558 beschriebenen Art, oder neuerdings solche mit Saugern, von denen Seiten 577—581 Anfangs-Bauarten zeigen. Die Schlitze der Knotenfang-Platten werden für Zeitungsdruck etwa 0,013″ = 0,33 mm weit genommen, und was nicht durchgeht, fliesst mit dem Abwasser weg. Wenn der Holzschliff zur Anfertigung besserer, also auch besser bezahlter Papiere dienen soll, so wird in manchen Fällen noch eine feinere Sortirung dadurch erzielt, dass man den Schliff erst durch einen Knotenfang von 0,011″ = 0,28 mm Schlitzweite und das Zurückbleibende durch einen zweiten mit 0,33 mm weiten Schlitzen gehen lässt. Dadurch erhält man eine feinere und gröbere Sorte. Man rettet auch von denjenigen Fasern, welche für die 0,33 mm Schlitze zu dick sind, noch einen Theil, indem man sie auf einen dritten Knotenfang mit 0,015″ = 0,38 mm weiten Schlitzen führt. Was durch diesen geht, wird dem frisch ankommenden Stoff zugetheilt und wiederholt mit diesem den Kreislauf. Was auf dem letzten Knotenfang zurückbleibt, geht verloren.

Der durch die Platten gegangene Schliff fliesst in Cylinder-Abpressmaschinen, die nur zur Entwässerung dienen und der auf Seite 855 dargestellten ähnlich, aber nicht mit Knotenfang versehen sind. In Papierfabriken neuester Bauart, die ihren Holzschliff selbst herstellen, wird die in Figur 1223 nach der amerikanischen Patentschrift Nr. 449 251 wiedergegebene Entwässerungs-Maschine angewendet.

Fig. 1223.




Der Holzschliff fliesst durch Rinne *a* und über Wand *b* in den halbcylindrischen Behälter *c*, in welchem sich ein die Entwässerung bewirkender Siebcylinder *d* befindet, der in üblicher Weise an seinen Enden gegen den Behälter abgedichtet und an den Stirnflächen offen ist. Der bis zu einem gewissen Grade entwässerte Holzschliff fliesst am anderen Ende des Behälters über die Wand *e*, um durch den Kanal *f* in den Holländer oder einen Stoffkasten zu gelangen. Durch ein Wehr *g*, welches man mit Hilfe eines Hebels höher oder tiefer stellen kann, lässt sich die Wand *e* und dadurch die Höhe des Stoffstandes in *c* beliebig regeln. Je höher das Wehr *g* gestellt ist, desto tiefer taucht der Siebcylinder *d* in Stoff, und destomehr Wasser entzieht er demselben. Durch Regelung der Stoffzuführung und mittels Wehres *g* kann man dem Holzschliff nach Wunsch mehr oder weniger Wasser entziehen.

Der Stoff, welcher sich auf dem Sieb des Cylinders *d* absetzt, wird von der in aufklappbarem Rahmen *h* gelagerten Gautschwalze *i* aufgenommen und gelangt auf dieser bis zum Schaber *k*, der ihn ablöst und in den Kanal *f* fallen lässt. Hier vereinigt sich der Schabstoff mit dem über Wehr *g* geflossenen und geht mit diesem unmittelbar in die Holländer oder in eine Stoffbütte, aus welcher diese gespeist werden.

Wenn der Schliff nicht gelagert, sondern sofort verarbeitet wird, ist er flüssig angenehmer als in Pappenform, weil das Zerreissen und Wiederauflösen der Tafeln erspart wird.

Die Einfachheit einer nach amerikanischer Art gebauten Schleiferei ist aus der in Figg. 1224, 1225, 1226 in 1:400 der wahren Grösse gegebenen Darstellung ersichtlich, welche Emil Némethy in Nr. 63, Jahrgang 1892 der Papier-Zeitung, beschrieb.

Das Gebäude ist ein einfacher Riegelbau von 22 m Länge und 12 m

Fig. 1224.

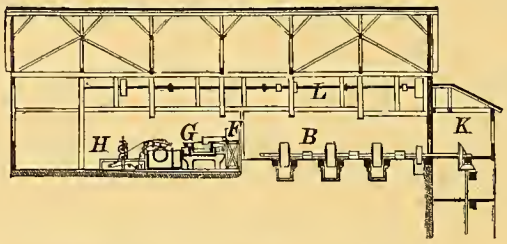
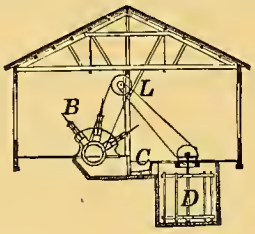



Fig. 1225.



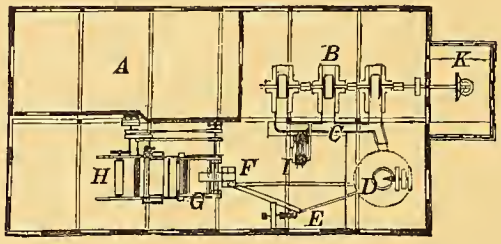




Fig. 1226.

Breite und wird durch eine Reihe von Holzsäulen, die zur Stützung des Dachstuhls dienen, der Länge nach in zwei Räume getheilt, deren einer die Holzputzerei *A*, der andere die Schleifmaschinen *B* und die Entwässerungsmaschine *H* nebst Hilfsmaschinen, sowie eine doppeltwirkende Druckpumpe *I* enthält. Letztere speist einen in der Skizze nicht gezeichneten Akkumulator, von welchem ein Druckrohr zu den hydraulisch bewegten Pressen der Schleifsteine führt. Die drei Schleifer *B* sitzen auf einer gemeinschaftlichen, mehrfach gekuppelten, waagrechten Welle, welche mit Kegelradübersetzung von einer Rohrturbine angetrieben wird. Turbine und Antrieb befinden sich in dem Anbau *K* an der einen Schmalseite des Gebäudes. Von der Schleiferwelle aus wird durch einen Riemen die Deckentransmission *L* angetrieben, und von dieser die übrigen Maschinen.

Die Hölzer werden in dem Raume *A* auf übliche Weise mit Maschinen gesägt, geschält, durch Bohrer von Aesten befreit und die gereinigten Scheite dann in den Schleifmaschinen *B* unter hydraulischem Druck zerfasert. Der dünnflüssige

Stoffbrei sammelt sich in dem gemauerten und cementirten Kanal unter jedem Schleifer und fliesst von hier durch Rinne *C* in die Rührbütte *D* ab. In der gemauerten Rinne *C* sitzt 10 cm über dem Boden ein aus gelochtem Zinkblech bestehender Siebboden, durch welchen der Stoff, vermischt mit kleineren Splittern, abfliesst, während die grossen, groben Holzsplitter auf dem Siebboden zurückbleiben und von dem die Schleifer bedienenden Arbeiter zeitweise entfernt werden. Die Pumpe *E* befördert sodann den Stoff aus der Bütte auf die Entwässerungsmaschine *H*, d. i. eine Siebcylindermaschine gewöhnlicher Bauart von 1,80 m Arbeitsbreite, auf deren oberer, hölzerner Presswalze der Stoff zu feuchten Pappen aufgerollt und dann mit Holzmessern abgenommen wird. Bevor der Stoff auf die eigentliche Entwässerungsmaschine gelangt, geht er durch den Vertheilungskasten *F*, wo er durch das zurückgepumpte Siebwasser verdünnt wird, und den Splitterfang *G*, welcher in seiner Bauart ganz einem gewöhnlichen Knotenfang gleicht.

Jeder der drei Schleifsteine hat in neuem Zustande 1,25 m Durchmesser und 50 cm Breite und kann bis zur Erneuung auf 1 m Durchmesser abgenützt werden. Die Hauptwelle mit den Schleifern macht 180 Umdrehungen in der Minute, der Wasserdruck im Akkumulator, von welchem aus die hydraulischen Pressen der Schleifmaschinen gespeist werden, beträgt 4 Atmosphären.

Zum Betrieb der ganzen Holzschleiferei dient eine Rohrturbine von 300 effektiven Pferdestärken, von welchen 280 für die Schleifer und 20 für die übrige Maschinerie beansprucht werden. Die tägliche Erzeugung beträgt 4 Tonnen lufttrockenen Stoffes bei einem Holzverbrauch von 16 Raummetern ungeputzten Fichtenholzes; zur Erzeugung von 1 Tonne trocken gedachten Schliffs in 24 Stunden ist daher eine Schleifkraft von 70 Pferdestärken und eine Holzmenge von 4 Raummetern erforderlich.

Bei den neueren grossen amerikanischen Schleifereien ist die Einrichtung noch dadurch vereinfacht, dass die Turbinen auf den waagrechten Wellen der Schleifer angebracht, also Zwischen-Räder und -Wellen gänzlich vermieden sind. Das Wasser kommt meistens in mächtigen eisernen Röhren in den Turbinenkasten, aus welchem die auf den Schleiferwellen sitzenden senkrechten Turbinen gespeist werden. Manchmal treibt eine Turbine auf jeder Seite 1 oder 2 Schleifer, in anderen Fällen bleibt nur eine Seite zur Aufnahme von 1 oder 2 Schleifern auf derselben Welle frei. Wo es angeht, nimmt man die Schleifer sehr leistungsfähig und giebt jedem eine besondere Turbine, damit beim Stillstand eines Schleifers kein zweiter mitzufeiern braucht.

Die vereinfachte amerikanische Art des Schleifens ohne Feinmühle und Sortirer erscheint europäischen Papiermachern roh und verschwenderisch, scheint sich aber für die Verhältnisse Amerikas, wo Menschenarbeit und Kapital theuer, Holz und Kraft dagegen billig sind, sehr gut zu eignen. Deutsche Papierfabrikanten haben wiederholt die Ansicht geäussert, dass so grober Holzschliff, wie der in Amerika erzeugte, in Deutschland zu Druckpapier u. dergl. nicht verwendet werden könnte. Da aber in den Ver. Staaten gute Druck- und andere Papiere daraus angefertigt werden, so ist anzunehmen, dass der grobe Schliff in den Papierfabriken fein gemahlen wird. Die Thatsache, dass zu jeder amerikanischen Papiermaschine eine Kegel-Stoffmühle (s. Seiten 472—494) gehört, deren grosse Mahlfläche sehr

geeignet ist, den Mahlgang oder Raffineur nachträglich zu ersetzen, bestätigt diese Annahme. Mit diesen Kegel-Stoffmühlen ist es stets möglich, den aus grobem Schliff bestehenden Stoff so zu verfeinern, dass er brauchbares Papier ergiebt, und die amerikanischen Papierfabrikanten verarbeiten desshalb Schliff, aus dem die meisten deutschen kein gutes Papier herstellen könnten. Es ist wahrscheinlich, dass dies mit der Zeit anders wird, da sich die Kegel-Stoffmühlen allmälig auch in europäischen Papierfabriken einbürgern, wenn auch langsamer als sie es verdienen, da sie nicht nur Holzschliff feiner mahlen, sondern auch manche andere in den Holländern begangene Fehler ausgleichen.

Die grössere Unreinheit des amerikanischen Stoffes, welcher auch in der Abwesenheit unserer Sortir- und Feinmahl-Einrichtungen begründet ist, kann selbstverständlich durch die Kegel-Stoffmühle nicht ganz beseitigt werden und lässt amerikanisches Zeitungs-Druckpapier in den Augen europäischer Papierfabrikanten minderwerthig erscheinen, obwohl es nach dem Bedrucken seinen Zweck sehr gut erfüllt.

Es erscheint wahrscheinlich, dass der Preis des Holzes in Amerika mit den Jahren steigt, und die dortigen Fabrikanten sich dann bemühen werden, möglichst viel Schliff daraus zu gewinnen. Alsdann müssen sie sich dazu entschliessen, von der verwickelteren europäischen Fabrikationsweise mancherlei anzunehmen. Anderseits können die europäischen Schleifer von den Amerikanern in Bezug auf Vereinfachung und Ersparung von Handarbeit vieles lernen und zu ihrem Nutzen verwenden.

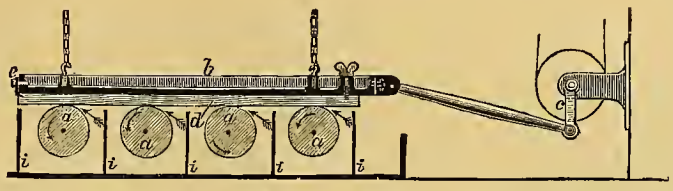
**477. Langschleifer.** Da man von Holz in der Richtung, in der es gewachsen ist, d. i. in der Längsrichtung, leichter und längere Fasern abschaben kann als in der Querrichtung, so ist es schon oft versucht worden, Holz auf den Schleifern nicht quer, d. h. senkrecht zur Drehrichtung, sondern der Länge nach, d. h. mit der Drehrichtung des Steins, zu zerfasern. Wenn dies auf Schleifern bisheriger Bauart geschah, und das Holz in deren Presskasten in der Richtung der Steindrehung anstatt quer gelegt wurde, so erhielt man zwar längere Fasern, aber der Stein frass sich in das Holz derart ein, dass dieses mit zu grosser Fläche darauf lag, zu viel Kraft in Anspruch nahm, und das Spritzwasser nicht mehr überallhin zwischen Holz und Stein gelangen konnte. Die bessere Faser war desshalb mit zu grossem Kraftaufwand und zu grossen Kosten erkauft.

H. Schmidt in Schindler's Werk bei Bockau in Sachsen bemühte sich, Langschliff mit geringem Kraftaufwand dadurch herzustellen, dass er das Holz in der Drehrichtung des Steins an der Tangente des Stein-Umfangs hin und her führte, so dass alle Theile des Holzes nach einander gegen den Stein gepresst wurden und sich infolgedessen gleichmässig abschliffen. Bei diesem Verfahren ist in jedem Augenblick eine andere kleine Fläche des Holzes mit dem Stein in Berührung, und das Spritzwasser kann diese kleine Fläche stets leicht bespülen.

Carl Freitag in Antonsthal bei Schwarzenberg hatte schon 1883 das deutsche Patent Nr. 20 141 für einen Schleifer erhalten, auf welchem langes Holz in der Faserrichtung von mehreren Schleifsteinen zerfasert wurde. Fig. 1227 giebt ein Bild der Einrichtung, worin *a* die in einer Richtung laufenden Schleifsteine bezeichnet. An einem eisernen Schlitten *b*, welcher von der Kurbel *c* hin- und herbewegt wird, ist das Langholz *d* befestigt. Das durch die Steine *a* abgeschliffene Holz fällt in die Kasten *i*.

Dieses Patent ging in Besitz des Direktors Friedrich Hermann Schmidt über, welcher 1888 das Zusatz-Patent Nr. 20 141 auf seinen neuen Schleifer erhielt. Die in Nr. 100 der Papier-Zeitung 1888 nach der Patentschrift erklärte Bauart

Fig. 1227.



ist seitdem erheblich verbessert worden. J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz, Württ., der viele solche Schleifer ausgeführt hat, baut dieselben (1893) wie in Figg. 1228 und 1229 in Aufriss in 1:30 der wahren Grösse dargestellt. Der auf waagrechter Welle sitzende Stein *A* wird von Riemscheibe *R* angetrieben. Das Gestell *G* bildet unten den Trog *T* zur Aufnahme des Holzschliffs. Die beiden Schleif- oder Presskasten *K* werden in Geradführungen *F* von den Kurbelscheiben *C* aus mit Pleuelstangen *P* so auf- und abgeführt, dass das Holz den Stein in der

Fig. 1228.

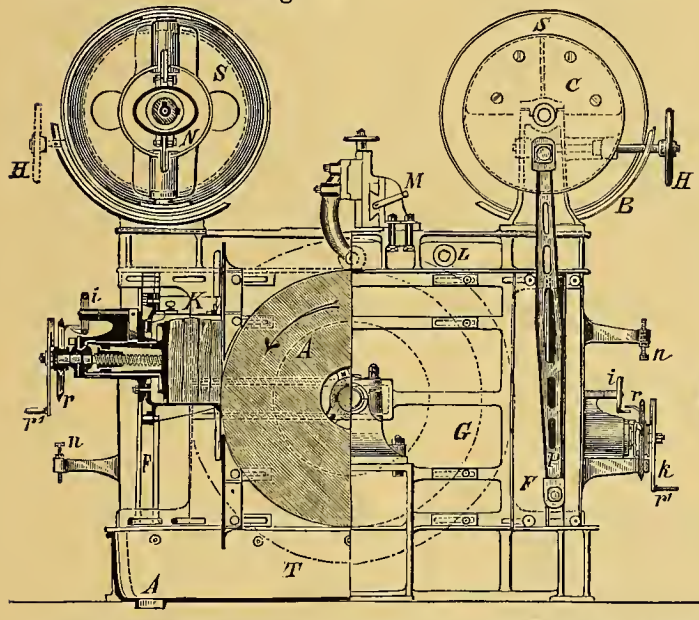
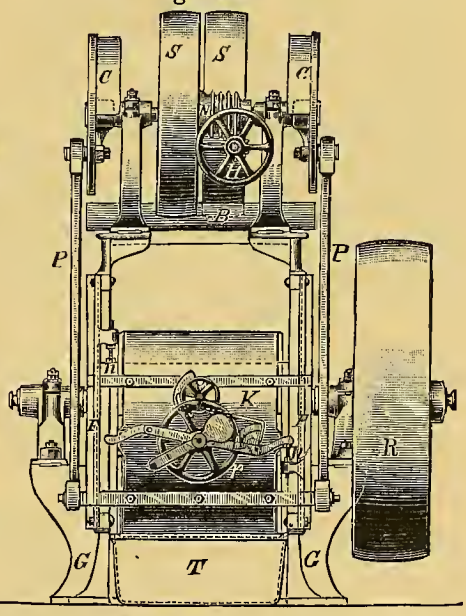


Fig. 1229.



Tangente des Umfangs berührt. Die Kasten können bei Kleinerwerden des Steins nachgestellt werden, indem man deren Gestelltheile in den aus Fig. 1228 ersichtlichen Schlitzen nachschiebt.

Die Kurbelscheiben *C* erhalten ihre Bewegung von einem Deckenvorgelege aus durch Riemscheiben *S S*, deren Verbindung mit der Welle mit Reibungskupplungen *N* hergestellt ist. Handrad *H* dient zum Ein- und Ausrücken der Kupplungen *N*, *B* sind Schutzbleche. Oben auf dem Schleifergestell sitzt die Schärfmaschine *M*, das erforderliche Wasser wird durch Rohr *L* zugeführt und fliesst mit dem abgeschliffenen Holz durch den Auslauf *A* im Boden des Trogs *T* wieder ab.

In Figg. 1230, 1231 und 1232 ist der Mechanismus in 1:15 der wahren Grösse besonders dargestellt, durch welchen das von oben senkrecht in den Kasten $K$ gestellte Holz gegen den Stein geschoben wird. Dies Anpressen erfolgt durch

Fig. 1230.

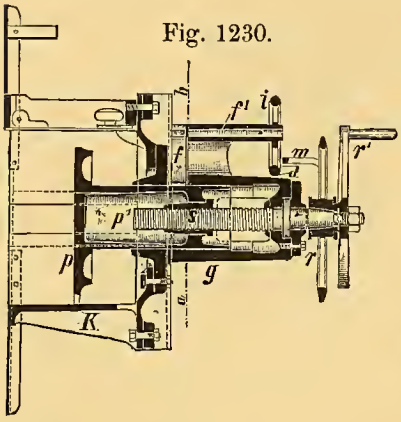



Fig. 1231.

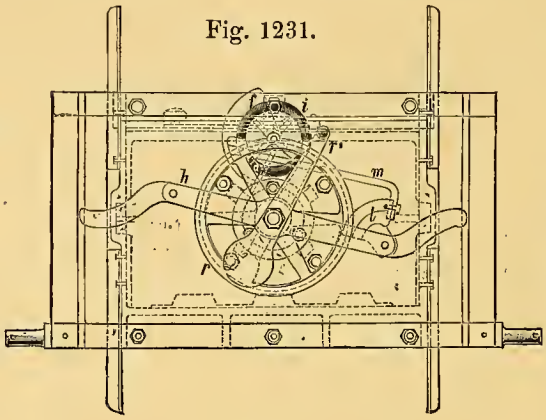
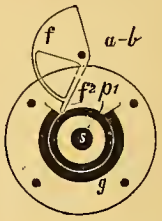
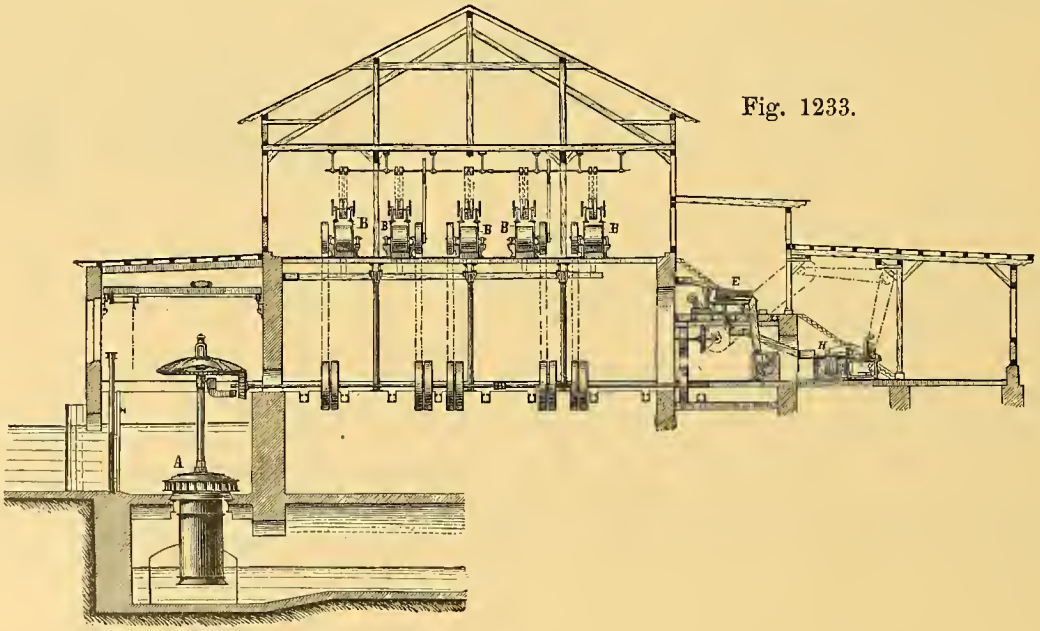



Fig. 1232.




Pressplatte $p$, deren cylindrische Verlängerung $p^1$ in dem Gehäuse $g$ geführt ist und von der Schraubspindel $s$ vorgeschoben wird. Auf dieser Schraubspindel $s$ sitzt ein Schaltrad $r$ und lose auf dessen Nabe der Hebel $h$ mit dem Schaltdaumen oder der Klinke $l$, welche in das Schaltrad greift. Beim Auf- und Niedergehen der Presskasten stossen die Enden der Hebel $h$ gegen die aus Figg. 1228 und 1229 ersichtlichen verstellbaren Anschlagwinkel $n$, setzen dadurch die Klinken $l$ in Bewegung, rücken die Schalträder $r$ um einen Zahn weiter, drehen dadurch die Schrauben $s$ und schieben die Platten $p$ um eine Kleinigkeit vor. Damit das Vorrücken der Platte $p$ aufhört, wenn das in einem Kasten befindliche Holz verschliffen und $p$ schon dicht an den Stein gerückt ist, wird die Schaltklinke in diesem

Fig. 1233.



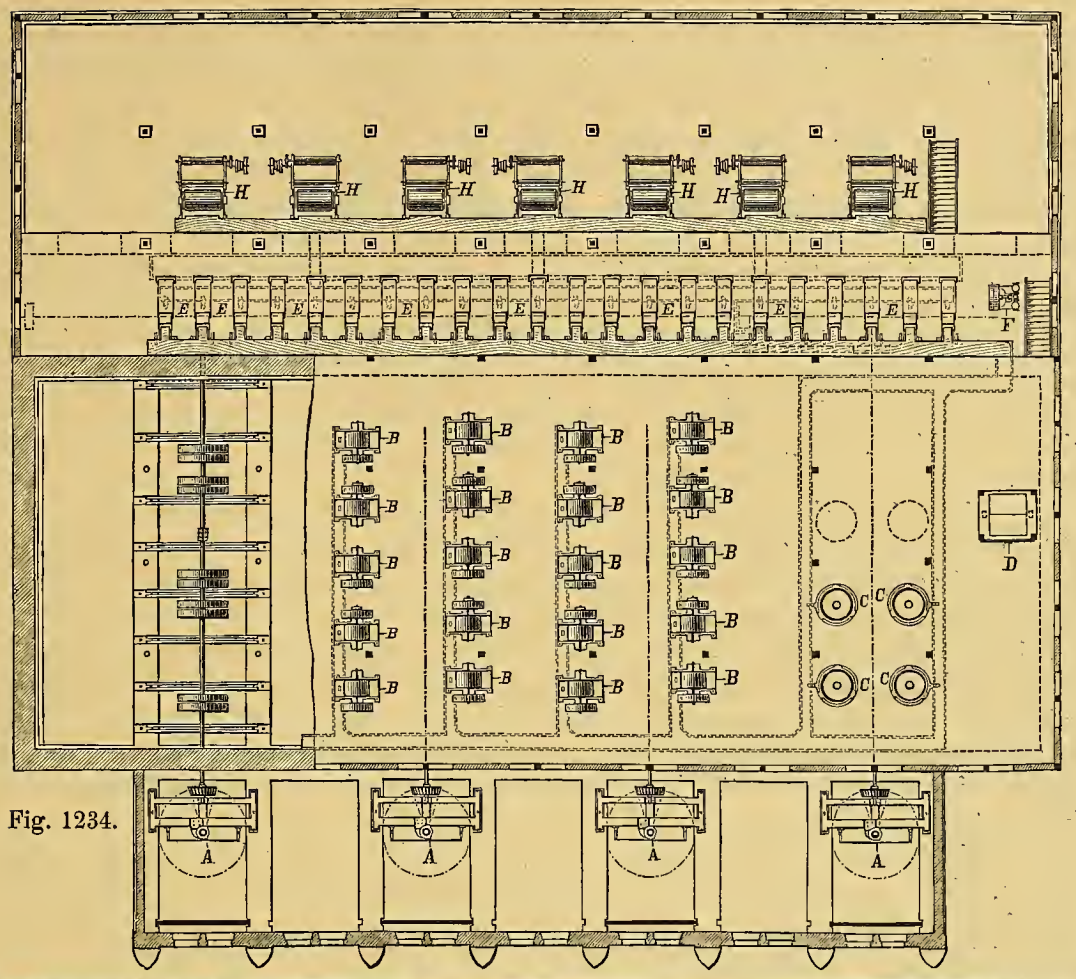



Fig. 1234.

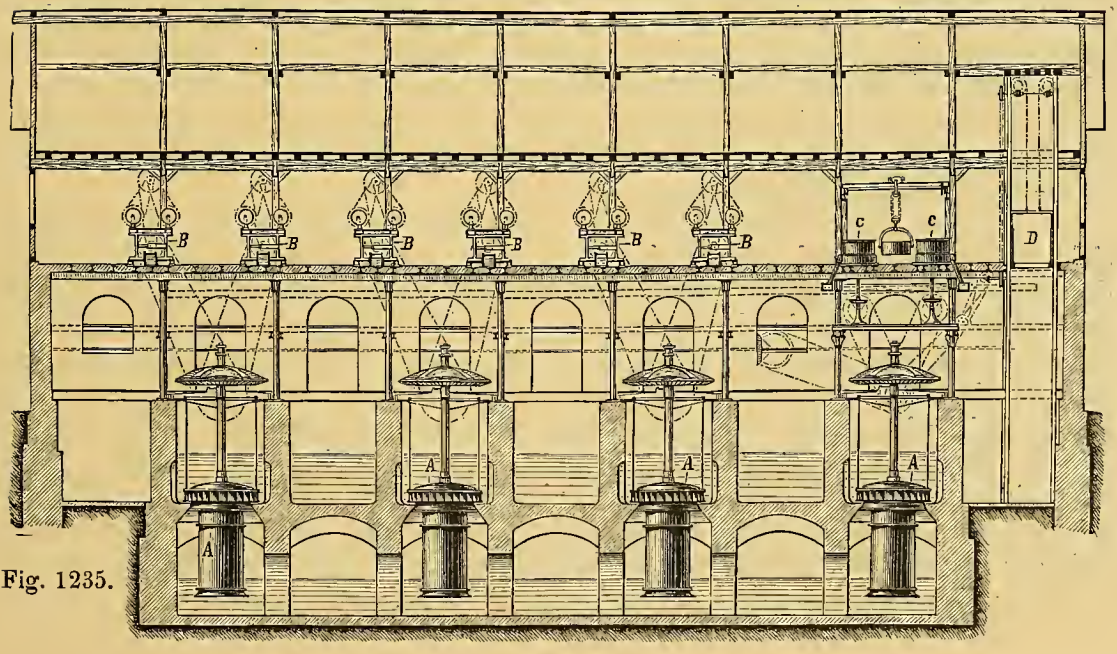



Fig. 1235.

Augenblick selbstthätig ausgehoben. Dies geschieht dadurch, dass die sogenannte Auslösfalle $f$ mit ihrer Nase $f^2$ (Fig. 1232) auf dem Cylinder $p^1$ ruht, aber diese Auflage verliert, sobald die Platte weit genug vorgerückt ist (Fig. 1230) und dann durch das Schwergewicht am oberen Ende zu einer Schwingung veranlasst wird. Dadurch dreht sie das auf ihrem Bolzen $f^1$ sitzende Handrad $i$ so, dass dessen Stift $d$ gegen den mit Schaltklinke $l$ verbundenen Arm $m$ stösst und die Klinke $l$ aushebt.

Sobald das Schaltrad $r$ stillsteht, dreht man mit Kurbel $r^1$ die Pressplatte $p$ zurück und füllt den Presskasten neu.

Der Stein der Langschleifer hat 1 m Durchmesser, 630 mm Breite und macht 240 Umdrehungen in der Minute. Das Schleifholz ist $^1/_3$ m lang. Jeder Schleifer braucht 25 Pferdestärken und soll einschliesslich der Nebenmaschinen mit je 6 bis 7 Pferdestärken 100 kg trocken gedachten Stoff in 24 Stunden liefern.

Eine mit solchen Schleifern ausgestattete Voith'sche Anlage ist in Figg. 1233, 1234 und 1235 in 1 : 300 der wahren Grösse dargestellt. Von den 4 Turbinen $A$ dienen drei zum Betrieb von 30 Langschleifern $B$, eine für die Mahlgänge $C$. Der von den Schleifern $B$ kommende Stoff fliesst in Schüttel-Sortirer $E$ von der in Figg. 1156 und 1157 dargestellten Art. Die von diesen ausgeschiedenen groben Theile gehen durch die Mahlgänge $C$ und werden mittels Pumpe $F$ von neuem auf die Sortirer $E$ befördert. Der durch die unteren Schüttelsiebe gedrungene Stoff fliesst auf Pappen- oder Entwässerungsmaschinen $H$ von der in Figg. 1161 und 1162 dargestellten Art und ist dann versandtfertig. Ein Aufzug $D$ erleichtert die Beförderung von einem Stockwerk zum andern.

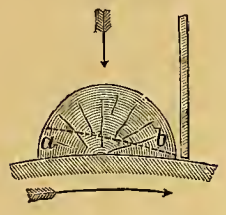
Die 3 Turbinen $A$, welche die Schleifer treiben, geben jede bis 250 Pferdestärken, die vierte kleinere, von welcher die Mahlgänge, Sortir- und Entwässerungsmaschinen bedient werden, bis 150 Pferdestärken. Mit diesen 4 Turbinen, 30 Schleifern, 4 Mahlgängen, 22 Sortirern und 7 Entwässerungsmaschinen werden in 24 Stunden 12 000 bis 14 000 kg trocken gedachten Stoffes erzeugt. In einem anstossenden Gebäude treibt eine besondere Turbine von 35 Pferdestärken eine Sägemühle und die Holz-Zurichtmaschinen.

**478. Lang- und Querschliff.** Unter den für Langschliff geltend gemachten Vorzügen wird besonders hervorgehoben, dass man mit der verfügbaren Kraft mehr Lang- als Querschliff herstellen kann.

Drückt man zwei Stücke Holz von gleich grosser Schleiffläche an einen sich drehenden Stein in der Weise, dass eines in der Richtung der Fasern und das andere quer angegriffen wird, so findet man bei letzterem raschere Abnützung, weil sich die Fasern in der Querrichtung leichter ablösen. Wenn bei den beschriebenen Langschleifern trotzdem Kraft erspart wird, so rührt dies daher, dass beim Langschleifen nur eine schmale Fläche des Holzes, theoretisch sogar nur eine Linie, gleichzeitig mit dem Stein in Berührung kommt, dass also das Wasser Zutritt zu der ganzen schleifenden Fläche hat. Beim Querschleifen nutzt sich das Holz so ab, dass es nach einiger Zeit mit der in Skizze Fig. 1236 gezeichneten Linie $a$—$b$ auf dem Stein liegt. Bei $a$ wird am meisten abgeschliffen, weil der durch das Schleifwasser gereinigte Stein hier mit voller Schärfe angreift. Je mehr sich der Stein dem andern Ende $b$ nähert, destomehr setzen sich die

ausgeschärften Stellen des Steins mit abgeschliffenem Holz voll, welches auch die Sandkörner zum Theil bedeckt.

Fig. 1236.




Der Langschleifer hat somit dem Querschleifer gegenüber den Vortheil, dass das Holz nur mit kleiner Fläche am Stein liegt, dagegen den Nachtheil, dass dessen Fasern der Länge nach und desshalb mühsamer abgelöst werden, und dass auch zur Bewegung der Schleiferkasten Kraft verbraucht wird. Da überdies mehrere Langschleifer nöthig sind, um ebenso viel Stoff zu liefern wie ein grosser Querschleifer, so wird die Anlage nicht nur grösser und theurer, sondern verursacht auch mehr Reibungs-Kraftverlust. Es wird desshalb von erfahrenen Papierfabrikanten bestritten, dass mit einer gegebenen Kraft mehr Lang- als Querschliff erzielt werden kann, manche finden sogar das Gegentheil. Jedenfalls ist die Krafterspamiss nicht gross genug, um für Langschliff den Ausschlag zu geben und die grösseren Anlage- sowie Unterhaltungskosten aufzuwiegen.

Die Entscheidung der Frage, ob in irgend einem Falle Lang- oder Querschleifer zweckmässiger sind, sollte daher von der Art des Papiers abhängig gemacht werden, welches man mit dem zu erzeugenden Holzschliff anfertigen will. Der auf beschriebene Art hergestellte Langschliff besteht nämlich der Natur des Abschleifens nach aus langen, aber störrigen Fasern, die sich nach dem Glätten des daraus angefertigten Papiers leicht wieder aufrichten. Er kann desshalb werthvoll sein für manche Papiere, bei denen die Länge der Fasern Vortheil bringt. Für die meisten Sorten, besonders für Druckpapier, ist jedoch in erster Linie klare Durchsicht, Glätte usw. erforderlich, und diese wird besser erreicht durch schmierigen Querschliff aus kurzen feinen Fasern. Letztere mischen sich gründlicher mit dem zugesetzten Zellstoff oder Hadernzeug und füllen vermöge ihrer Feinheit die Zwischenräume besser aus als Langschliff. Will man Langschliff auf dem Mahlgang (Raffineur) verfeinern, so geht sein Vorzug — die langen Fasern — verloren.

Der auf den Markt kommende Langschliff hat übrigens feinere oder gröbere lange Fasern, je nachdem mittels Schärfe der Steine, Druck usw. auf Menge oder Güte geschliffen wurde. Während Querschliff den Stoff schmierig macht, wird er durch Langschliff rösch und lässt sich auf der Papiermaschine leicht entwässern. Langschliff eignet sich desshalb vorzugsweise für Pappen und solche Papiere, deren Entwässerung auf dem Siebtisch Schwierigkeiten macht. Direktor W. Schacht theilte dem Verf. mit, dass es ihm als Leiter der Dietrich'schen Papierfabrik in Weissenfels a. Saale schwer gefallen war, Oeldruckbilder-Karton mit viel Querschliff und 24 Prozent mineralischem Füllstoff bei 5 m Geschwindigkeit der Papiermaschine so dick herzustellen, dass er 370 bis 390 g auf das qm wog. Bei Verwendung von Lang- anstatt Querschliff gelang dies nicht nur ohne Schwierigkeit, sondern der Karton wog sogar bei 8 m Geschwindigkeit der Papiermaschine zeitweise 500 g auf das qm.

Für solche und manche andere Sorten mag die leichte Entwässerung und Trocknung des Langschliffs die in der theuern Anlage wurzelnden grösseren Erzeugungskosten mehr als aufwiegen. Wenn es daher gelingt, Langschleifer zu bauen, die bedeutend mehr als die jetzigen leisten, sich also besser zur Ausnützung grosser Kräfte eignen, so wird Langschliff voraussichtlich nicht nur dauernd neben Querschliff bestehen, sondern sein Verwendungsgebiet noch erheblich erweitern.

**479. Flachschleifer.** Die Benutzung der flachen Seiten des Schleifers ist schon in der ersten, 1873 erschienenen englischen Ausgabe dieses Werkes, Seite 309, erwähnt. Verfasser berichtet dort über einen Schleifer mit waagrechter Welle, dessen senkrechte, aus künstlicher Masse bestehende Flächen zum Schleifen von Holzklötzen dienten, die auf beiden Seiten dagegen gepresst wurden. Diese Art der Verwendung der Flachseiten scheint jedoch ohne Erfolg geblieben zu sein. Nachdem die Schleifer mit senkrechter Welle Verbreitung gefunden hatten, bot deren obere Seite eine Fläche, die vielfach zum Schleifen benutzt wird.

In Nr. 44 der Papier-Zeitung von 1881 ist die Zeichnung des Modells eines Flachschleifers mit senkrechter Welle gegeben, welches 1878 zu Paris ausgestellt war. Der Erfinder, Herr Ch. de Montgolfier, hatte schon 1873 in Lahaye Descartes einen solchen Schleifer in Betrieb gesetzt, dem bis 1881 noch zwei an gleicher Stelle und acht in andern Fabriken folgten. Nach seinem Tode scheint jedoch diese Bauart keine weitere Anwendung gefunden zu haben.

In Figg. 1237, 1238, 1239 ist in 1 : 30 der wahren Grösse ein Flach-Schleifer dargestellt, zu dem der Holzpappen-Fabrikant Herr Fünfstück in Zoblitz bei Rothenburg, O. S., 1882 den Grundgedanken angab. Die Maschinenfabrik von J. E. Christoph in Niesky in Schlesien baute danach drei Flachschleifer mit hölzernem Unterbau, die so gut arbeiteten, dass Herr Fünfstück drei weitere aufstellen liess. Beim Umbau der Fünfstück'schen Weisspapierfabrik stellte J. E. Christoph drei Flaschschleifer auf, denen in den folgenden Jahren drei andere Fabriken mit sieben Christoph'schen Flachschleifern folgten.

Der ringförmig ausgearbeitete Stein $A$ ruht in dem gusseisernen Teller $B$, dessen Nabe $b$ über eine lange Hülse $D^1$ geschoben und mit deren Flanschen $b^1$ fest verschraubt ist. In der Decke des Gehäuses sind 5 Pressen $Q$ in der Weise angebracht, dass sie exzentrisch in Stellscheiben $q^1$ liegen und durch Drehung der letzteren an jede von derselben bedeckten Stelle des Steins gebracht werden können. Jede Presse $Q$ lässt sich mit ihrem Flansch $q$ überdies in der Platte $q^1$ drehen und mit drei Frosch-Schrauben in jeder Stellung befestigen, sodass sich die Presskasten unter jeden Winkel zum Stein stellen lassen. Die Stellscheibe $q^1$ ist mit 7 Froschschrauben im Gehäusedeckel befestigt.

Um Holz in einen Kasten $Q$ zu legen, hat man nur die Pressplatte $Z^1$ mit ihrer Zahnstange $Z$ vom Handrad $Z^5$ aus mit dem Zahnrädchen $Z^2$ hoch zu stellen und die Stücke durch die offenen Seiten $Q^1$ einzulegen. Um die Platte während dieser Zeit hoch zu halten, lässt man die Sperrklinke in das Sperrrad $Z^6$ greifen. Hat man diese wieder ausgelöst, die Gewichte $Z^4$ auf die gezahnte Pressstange $Z$ gelegt und mit der Mutter $Z^3$ festgeschraubt, so wird das Holz auf den Stein gepresst und geschliffen.

Das Spülwasser wird durch das Ringrohr $r$ und dessen 6 mit Hähnen $r^1$ versehene Abzweigungen in die radial vor den Presskasten liegenden Spritzrohre $t$ geführt. Die feinen Spritzlöcher sind derart schräg in das Rohr gebohrt, dass das Wasser der Centrifugalkraft entgegen aufgespritzt wird und die ganze Schleiffläche bestreicht.

Ausser den 5 Presskasten $Q$ sitzt im Deckel des Schleifers der Schärfer $S$, welchen man von Zeit zu Zeit in Thätigkeit setzt. Der Deckel ruht unmittelbar auf dem obern cylindrischen Theil $P^1$, und dieser auf dem mit Auslass $P$ ver-

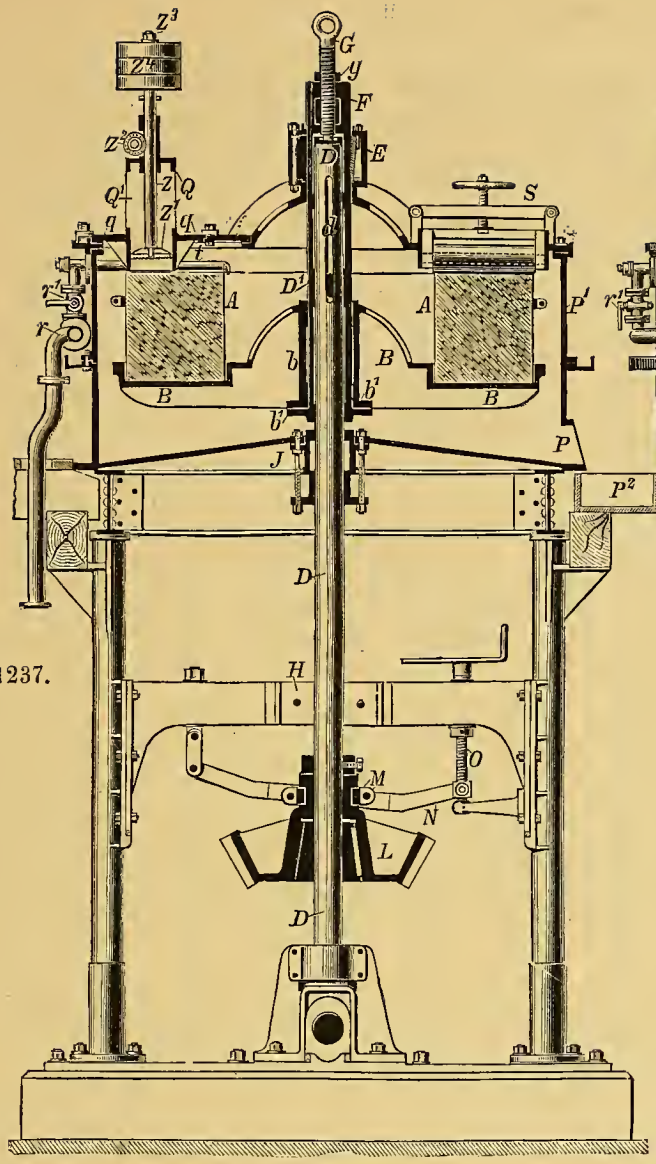



Fig. 1237.

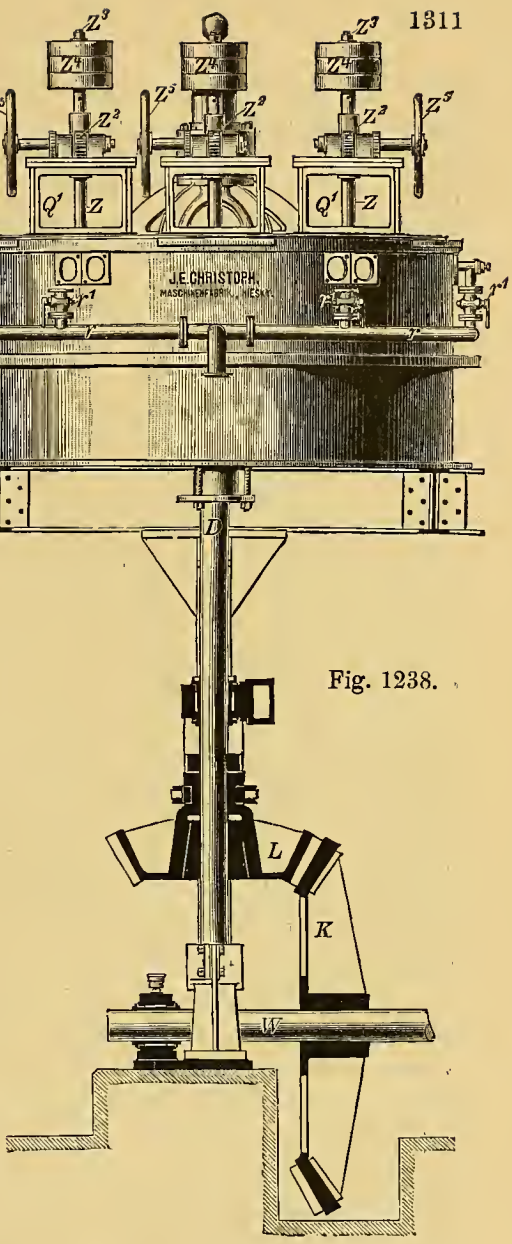
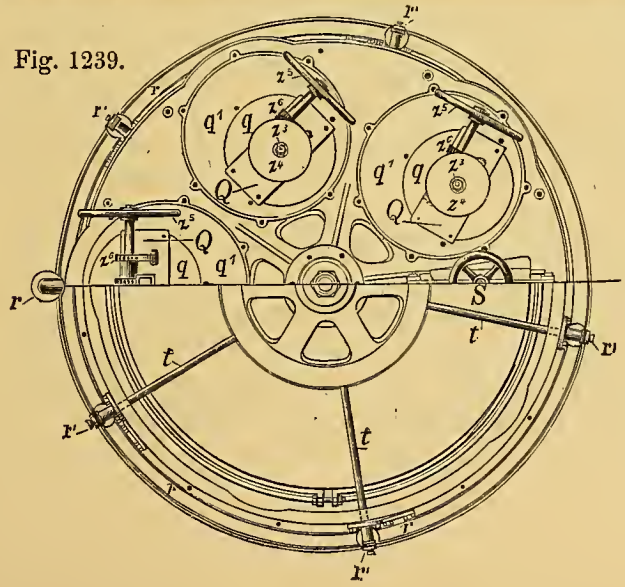



Fig. 1238.

Fig. 1239.




sehenen untern Cylinder. Aus $P$ fliesst der vom Stein abgespülte Holzschliff durch Rinne $P^2$ zum Splitterfang.

Der Antrieb der Schleiferwelle $D$ erfolgt von der liegenden Welle $W$ aus durch Kegelräder $K$ und $L$. Letzteres ist nicht unmittelbar auf die Welle $D$ gekeilt, sondern sitzt mit seiner glockenförmigen, kegelförmig ausgebohrten

Nabe auf einem ebenso abgedrehten Mitnehmer und lässt sich mittels Halsschelle *M*, Hebel *N* und Schraube *O* leicht soweit vom Mitnehmer abheben, dass die Zähne des Rades *L* ausser Eingriff mit *K* kommen. Dies Ausheben darf jedoch nur bei Stillstand des Schleifers vorgenommen werden, weil die Zähne beim Ausrücken während des Ganges zerbrechen würden, man kann aber damit in wenigen Minuten einen Schleifer ausrücken, ohne den Betrieb des übrigen Werks zu stören.

Da der Stein von oben herab beständig abgeschliffen wird, so muss er zeitweise so gehoben werden, dass seine Oberfläche in die ursprüngliche Lage kommt. Die Hülse $D^1$, welche den Steinteller *B* trägt, lässt sich desshalb auf der Welle *D* verschieben, ragt durch das mit Keilstellung versehene obere Halslager *E* und trägt im obern Ende eine Mutter *F*, deren Schraube *G* sich spurzapfenartig auf Welle *D* stützt. Durch Drehen der Schraube *G* wird Hülse $D^1$ mit dem Stein während des Betriebs gehoben und durch Anziehen der Gegenmutter *g* in dieser Lage festgehalten. Die drehende Bewegung der Welle *D* wird durch einen quer durch die Hülse $D^1$ und den Schlitz *d* getriebenen Mitnehmerkeil auf die Hülse $D^1$ und damit auf den Stein übertragen. Die stehende Welle *D* läuft unten in einer grossen Spurpfanne und ist auch in einem Halslager *H* und der Stopfbüchse *J* des Gehäuses, also in 4 Stellen geführt.

Da sich die Presskasten und das darin liegende Holz in jeden Winkel zur Drehrichtung des Steines stellen lassen, so kann man nach Belieben Lang- oder Querschliff oder jede Zwischensorte mit Steinen dieser Bauart herstellen. Der Stein lässt sich in seiner ganzen Höhe, bis beinahe zum Teller hinab, ausnützen, weil die Presskasten feststehen und der Stein zu ihnen heraufgehoben wird. Die Pressen sind bequem zugänglich, und durch ihre unmittelbare Belastung werden viele Mechanismen überflüssig, die man sonst zur Uebertragung des Drucks auf die Presskasten braucht.

Die Spülung des Steins durch die hinter den Presskasten liegenden Spritzrohre ist dadurch sehr wirksam, dass das Wasser durch Centrifugalkraft nach aussen geschleudert wird und den abgeschliffenen Stoff mitnimmt.

Bei 150 Umdrehungen in der Minute und Benutzung des dargestellten Ringsteins von 1660 mm äusserem, 860 mm innerm Durchmesser und 450 mm Höhe erhält man nach Feststellung des Vereins Deutscher Holzstoff-Fabrikanten in 24 Stunden, von denen 2 für Schärfen des Steins verloren gehen, für jede angewendete Pferdestärke 0,33 Centner, d. h. 16,5 kg trocken gedachten weissen Holzschliff. Bei Herstellung gröbern oder feinern Stoffs wird man entsprechend mehr oder weniger erzielen. Ueberhaupt ist das Ergebniss bei diesen Steinen wie bei andern von der Art des Holzes, der Aufmerksamkeit der Bedienung usw. abhängig.

Der Fachmann wird bei Betrachtung der Zeichnung bemerken, dass die verschiedenen Theile des aufgepressten Holzes stets mit verschiedener Drehgeschwindigkeit geschliffen werden, dass also verschieden feiner Stoff hergestellt wird. Es ist jedoch fraglich, ob die Güte des Schliffs dadurch beeinträchtigt wird, da derselbe sich möglicherweise bei Verschiedenheit der Fasern besser als bei Gleichmässigkeit mit andern Fasern im Papier vermischt, sofern die Verschiedenheit wie hier regelmässig ist.

Die Steine werden durch das Heraushauen des mittlern Theils um etwa ein Fünftel theurer als die üblichen Vollsteine, halten aber, je nachdem sie mehr oder weniger geschärft werden, 2 bis $2^1/_2$ Jahre und schleifen stets mit derselben Geschwindigkeit, da sich der Durchmesser nicht durch Abnutzung vermindert. Die Ringsteine sollen sich bis auf 15 bis 20 mm Dicke herab aufbrauchen lassen, während Rundschleifer nur etwa zur Hälfte oder bei nochmaliger Verwendung in kleinerer Maschine bis zu zwei Drittel ausgenutzt werden können und nur 1 bis $1^1/_4$ Jahre halten. Dabei nimmt mit dem Durchmesser der Rundschleifer auch deren Arbeitsgeschwindigkeit fortwährend ab, wenn man dieselbe nicht durch Auswechseln der Antriebscheiben wieder auf die ursprüngliche Höhe bringt.

Neben den schon erwähnten Vorzügen dieser Bauart wird noch darauf hingewiesen, dass die Pressen bequem zugänglich und dem Arbeiter in handlicher Höhe liegen.

Auf Neuerungen an Flachschleifern ist eine Reihe von Patenten ertheilt worden. Einige Erfinder bewirken beständige regelmässige Verschiebung aller Presskasten oder der ganzen Deckplatte mit allen Pressen, um damit gleichmässige Abnützung der Steinfläche herbeizuführen. Friedrich André in Hildesheim setzt den Stein gänzlich unter Wasser, sodass die abgeschliffenen Holztheile nach der Oberfläche schwimmen und hier abfliessen. Da jedoch die Centrifugalkraft das Wasser nach aussen schleudert, so erscheint es möglich, dass das nahe der Mitte liegende Holz trocken geschliffen wird. Die Flachschleifer haben im Verhältniss zu den Rundschleifern nur geringe Verbreitung erlangt, und die vorgeschlagenen Verbesserungen bewirken keine wesentliche Aenderung des Verfahrens.

Die mit Flachschleifern erzielten Ergebnisse scheinen zu beweisen, dass man damit ebenso erfolgreich arbeiten kann wie mit Rundschleifern. Ob jedoch die Ungleichheiten des Stoffes, welche durch die auf jedes Holzstück wirkenden verschiedenen Geschwindigkeiten der schleifenden Fläche, sowie durch die wechselnde Lage, welche das Holz zur Drehrichtung des Steins einnimmt, für die Fabrikation erwünscht sind, ist noch eine offene Frage. Diese Zweifel in Verbindung mit dem Umstand, dass man keine Veranlassung hat, bewährte Verfahren aufzugeben, um ein neues etwa gleichwerthiges anzuwenden, mit dem Fabrikanten und Arbeiter weniger vertraut sind, mögen wohl grössere Verbreitung verhindert haben.

**480. Art, Aufbewahrung und Umlauf der Steine.** Die sächsisch-böhmische Schweiz, wo Keller seine Erfindung machte, ist ein mächtiges Sandsteingebirge, welches von altersher Bau- und Schleifsteine weithin liefert. Auf der Fahrt von Dresden nach Bodenbach sieht man das Ufer der Elbe meilenlang mit Steinbrüchen besetzt, die ihr Erzeugniss unmittelbar auf der Elbe oder der Eisenbahn verladen. Die Steine können hier leicht gebrochen, herausgearbeitet und versandt werden und sind infolge der beinahe unerschöpflichen Lager und des grossen Wettbewerbs nicht zu theuer. Das Elbthal ist daher die Bezugsquelle für den grössten Theil aller Holz-Schleifsteine, die auch die Elbe hinab über Hamburg nach andern Welttheilen ihren Weg finden.

Das Elbgebirge liefert weisse und gelbe Sandsteine von weicherem und härterem, feinerem und gröberem Korn. Zur Erzeugung feinen, zu besseren Papieren dienenden Schliffs muss man Steine von feinem Korn wählen, während man für geringe Papiere und Pappen am besten solche nimmt, die viel leisten, also gröberes

Korn haben. Harte Steine nützen sich weniger ab, bringen auch weniger Sand in den Stoff, machen diesen aber splitteriger und gröber. Zur Erzeugung möglichst guten Stoffs muss der Stein aus feinem, scharfem Sand bestehen, frei von Kieseln und durchweg gleichartig sein. Wenn er weiche Stellen hat, werden sich diese stärker ausarbeiten und die Schleiffläche uneben machen. Mit weicheren Steinen wird in gleicher Zeit mehr Stoff fertig als mit harten, welche bald glatt werden und häufig geschärft werden müssen. Anderseits sind allzu weiche Steine unbrauchbar, weil sie zu viel abgeschliffenen Sand in den Stoff bringen, sogar im Wasser aufweichen und zerfallen können. Ein grosser Theil des Sandes setzt sich bei der Sortirung usw. ab, etwas bleibt aber im Stoff und ist bei genauer Betrachtung in Form kleiner schimmernder Punkte erkennbar.

In Grüllenburg bei Tharand in Sachsen wird weisser Sandstein von besonders feinem Korn und weichem Gefüge gebrochen, der für bessern weissen Schliff von vielen Fabrikanten trotz höheren Preises vorgezogen wird.

Bei Newcastle on Tyne, England, wird gemsfarbener (gelber) Sandstein gefunden, der als englischer Schleifstein überall bekannt ist. Aus denselben Brüchen werden auch Holzschleifsteine von mittelfeinem Korn, besonders für nordische Fabriken, bezogen.

Im Staat Ohio, Ver. Staaten von Amerika, haben sich auch brauchbare Sandstein-Lager gefunden, aus denen dortige Schleifer ihren Bedarf beziehen.

Die Sandkörner — das »Korn« — eines guten Schleifsteins sollen aus feinem gleichmässig scharfem Quarz bestehen. Er darf auch keine Risse haben, oder von ungleich harten Adern durchzogen sein. Anders gefärbte Adern kommen häufig vor, schaden aber nicht, wenn ihr Korn ebenso hart und fein ist wie die übrigen Theile.

Ein guter Schleifstein kann bei Tag- und Nachtbetrieb zwei und mehr Jahre dienen. Oft kommt es aber vor, dass ein Stein, der scheinbar allen Ansprüchen genügt, nach kaum einem Jahr vollständig ausgearbeitet ist, weil er zu frisch verwendet wurde. Der Fabrikant spart an falschem Ort, wenn er die Schleifsteine erst kurz vor dem Einsetzen bestellt und »grün« verwendet. Jeder Stein sollte mindestens ein halbes Jahr in trockenem Raum gelagert und dem Luftzug gut ausgesetzt werden. Wenn möglich, sollte man im Winter die Steine in die Nähe eines grossen Ofens bringen und sie von Zeit zu Zeit gegen diesen oder gegen den Luftzug drehen. Scheinbar weiche neue Steine können durch solche Behandlung sehr brauchbar werden.

Jeder Holzschleifer sollte für ein Jahr Steine im Vorrath halten. In der flauen Geschäftszeit können dieselben dann gemächlich zugerichtet und behauen werden, um bei Bedarf zum Einsetzen bereit zu stehen. Der Verlust an Zinsen wird schon durch Ersparniss an Fracht aufgehoben, wenn man die Steine in Wagenladung anstatt einzeln bezieht. Ueberdies gewinnt man durch die bedeutend längere Lebensdauer gut gelagerter Steine.

In der ersten englischen Ausgabe dieses Buches 1873 sind schon künstliche Schleifsteine erwähnt, und die Versuche in dieser Richtung dauern noch immer fort. Nach einem der neuesten auf Herstellung von Steinen ertheilten Patente sollen dieselben aus Sand, hydraulischem Kalk und Wasserglas angefertigt werden. Es ist versucht worden, das Holz durch feilen- und sägenartige Flächen zu zerkleinern, oder es mit Schmirgelmassen abzuschleifen, aber es genügt hier

anzuführen, dass alle Versuche zum Ersatz der natürlichen Steine durch künstliche oder durch andere Verfahren bis jetzt (1894) keinen dauernden Erfolg erzielt haben.

Für die Steine der Feinmühle gilt wie für jeden Mahlgang das alte Sprichwort, dass zwei harte Steine schlecht mahlen. Man nimmt desshalb gewöhnlich den Bodenstein aus härterem grobkörnigerem Sandstein als den zum Schleifen dienenden, der sich leichter erneuen lässt. In den letzten Jahren haben auch die harten, porösen Andernacher Lava-(Basalt-)Steine als Boden- und Läufersteine mit Erfolg Verwendung gefunden. Dieser Erfolg hängt jedoch davon ab, dass der an sich härtere Lavastein weniger scharf gehauen wird. Anstatt die Rillen senkrecht einzuhauen , stellt man die Rillenwand schräg .

Viele Holzschleifer nehmen Boden- und Läuferstein von gleichem weichem oder mittelhartem Sandstein und empfehlen nach langer Erfahrung solche Mahlgänge. Andere haben im Einklang mit obigem Sprichwort die Erfahrung gemacht, dass man bei Verwendung gleich harter Boden- und Läufersteine blättrigen, d. h. zu röschen Stoff erhält, sodass daraus angefertigte Pappen blättrig werden.

Aus der Verschiedenheit dieser Erfahrungen geht hervor, dass es bei der Feinmühle wahrscheinlich weniger auf die Art der Steine als auf den ihnen zugeführten Stoff und dessen Behandlung ankommt.

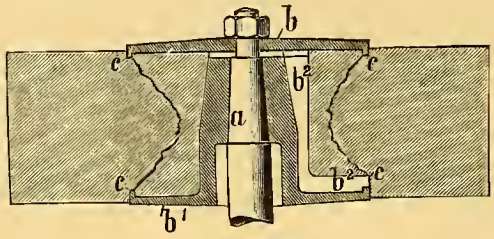
Die Zahl der Umdrehungen wird für Schleifer meist so genommen, dass die runde schleifende Fläche 6—700 m in der Minute zurücklegt, d. h. 200 Umdrehungen für Schleifer von 1 m, und 150 Umdrehungen für solche von 1,5 m Durchmesser.

Die Läufer der Feinmühle lässt man gewöhnlich mit etwa 500 m Umfangsgeschwindigkeit laufen, so dass ein solcher von 1,2 m Durchmesser 120 bis 125 Umdrehungen in der Minute macht. Die zwei Lavasteine einer Feinmühle von 1,4 m Durchmesser, die sich seit 6 Jahren bei braunem Stoff bewährten, machen 125 Umdrehungen in der Minute.

**481. Befestigung der Steine.** Gesprungene oder sonst fehlerhafte Steine können, wenn sie während der Arbeit zerplatzen, Gefahr bringen, weil ihre Stücke durch Centrifugalkraft weithin geschleudert werden. Je grösser die Steine sind, und je rascher sie laufen, desto grösser ist die Gefahr. In Nr. 78 der Papier-Zeitung von 1889 wurde mitgetheilt, dass ein neuer waagrechter Schleifstein von 2 m Durchmesser und 63 cm Höhe, mit zehn hydraulisch bewegten Pressen, eine halbe Stunde nachdem er mit nur 4 Pressen in Betrieb gesetzt war, bei etwa 100 Umdrehungen in der Minute zersprang. Ein Arbeiter wurde getödtet und mehrere verwundet. Der Stein war bester sächsischer Sandstein, wog etwas über 4000 kg und durfte nach Angabe der Maschinenfabrik 130 Umdrehungen in der Minute machen. Der Stein sass, wie Fig. 1240 zeigt, mit starker gusseiserner Büchse auf dem verjüngten Ende der senkrechten Welle *a*. Oben und unten waren Guss-Platten $bb^1$ von 1 m Durchmesser und 30 mm Dicke mit einem 25 mm hohen Wulst *c* in den Stein eingelassen. Platte $b^1$ war an die Büchse angegossen, *b* durch eine am Ende der Welle *a* sitzende Schraubenmutter aufgepresst. Die Berührungsstellen zwischen Büchse und Stein waren gut mit Schwefel ausgegossen, und der Schleifer war von dem zuverlässigsten Arbeiter bedient. Aus dem in Fig. 1241 gegebenen Grundriss der

untern Platte $b^1$ mit der Büchse sind noch 3 Mitnehmer-Rippen $b^2$ ersichtlich. Der Bruch ist in beiden Figuren skizzirt und erstreckte sich von den Wulsten der Platten $b\,b^1$ bis zu den Rippen $b^2$. Die bis zu 300 Pferdestärken steigende Kraft der Turbine, auf deren Welle der Schleifer unmittelbar sass, wirkte auf die 3 Rippen $b^2$ und musste die durch Anpressen des Holzes entstandene Reibung überwinden. Der von der Pumpe gelieferte Wasserdruck konnte nur 4 bis 5 Atmosphären betragen, aber in der Turbinenrohr-Leitung herrschte ein Druck von 8 Atmosphären, der durch eine Rohrleitung auch zum Anpressen benützt werden konnte, für den Fall, dass die Pumpe versagte. Vielleicht wirkte beim Zerspringen des Steins zufällig dieser hohe Druck und setzte der Drehkraft so grossen Widerstand entgegen, dass der Stein an der durch die Rippen $b^2$ und Wulste $c$ geschwächten Stelle bersten musste — wie der in Fig. 1240 gezeichnete Bruch und der nach dem Springen zurückgebliebene, aus Fig. 1241 ersichtliche Steinkern annehmen lassen. Auch an andern Orten sollen Steine, deren Büchsen dreieckig oder mit Rippen versehen, also ähnlich gebaut waren, geborsten sein.

Fig. 1240.



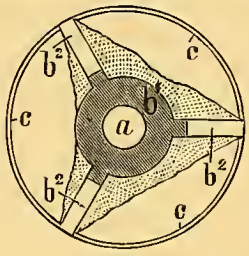
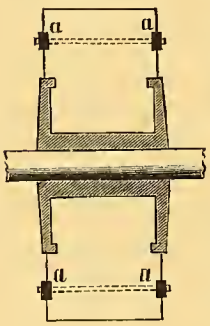




Fig. 1241.

Bei senkrechten Steinen von 160 cm Durchmesser hatte man sich nicht mit der Sicherung durch Platten $b\,b^1$ begnügt, sondern ausserdem schmiedeiserne Ringe $a$ von 120 cm Durchmesser auf beiden Flachseiten, wie in Fig. 1242 gezeigt, eingelassen und mit durchgehenden Bolzen zusammengehalten. Nach etwa einjährigem Betrieb fand sich beim Schärfen, dass ein Stein gesprungen war, aber durch die Ringe noch zusammengehalten wurde. Bei sehr grossen Steinen erscheint desshalb das Einlegen solcher Ringe zur Verhütung von Unfällen zweckmässig.

Fig. 1242.




Aus den mitgetheilten und andern Erfahrungen geht hervor, dass man bei der Befestigung auf der Welle Schwächung des Steins möglichst vermeiden sollte. Die Seite 1261, Fig. 1153 und Seite 1277, Figg. 1178 und 1179 beschriebenen Stein-Befestigungen kommen dieser Vorschrift nach. Eine in vielen amerikanischen Schleifereien eingeführte Befestigung wurde von E. Némethy in Nr. 83 der Papier-Zeitung vom Jahr 1892 beschrieben. Figg. 1243 und 1244 geben ein Bild derselben in 1 : 24 der wahren Grösse. Der Stein $A$ ist zwischen zwei starken gusseisernen Platten $B$ gebettet, deren Naben mit entgegengesetztem Gewinde versehen sind. Der zum Tragen des Steines bestimmte Theil der Welle $C$ besitzt dementsprechend ebenfalls auf der einen Seite rechts- auf der andern linksgängiges Gewinde, auf welches die Gussplatten $B$ geschraubt werden. Letztere sind noch durch 6 durchgehende Schrauben $S$ mit einander verbunden. Das Aufbringen des Steines wird folgendermaassen bewerkstelligt: Nachdem die

Sitzflächen für die Gussplatten sowie die Oeffnung für die Welle ausgemeisselt und die Löcher für die Verbindungsschrauben gebohrt sind, wird die Welle durchgesteckt, und von jeder Seite eine Platte aufgeschraubt. Um dieselben zum Schlusse recht fest anziehen zu können, sind an der Aussenseite der Platten Nasen *n* angegossen, gegen welche mit Hämmern so lange angetrieben wird, bis der Stein ganz dicht und unbeweglich zwischen die Platten geklemmt ist.

Fig. 1243.

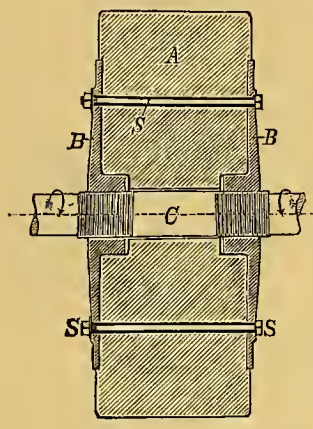



Fig. 1244.

Der durch die Schraubenplatten erreichte Reibungsdruck soll so gross sein, dass er allein genügen würde, (wie bei Fig. 1209) den vollgebremsten Stein mitzunehmen. Zur Sicherheit, und um ein Durchbiegen der Plattenränder zu verhindern, sind aber noch die Verbindungsschrauben *S* beigegeben. Eine Lockerung der Schraubenplatten während des Betriebes kann niemals eintreten, im Gegentheil haben die einander entgegengesetzten Schraubengewinde der Welle bei der Drehung der letztern in der angedeuteten Pfeilrichtung das Bestreben, die Schraubenplatten einander mehr zu nähern und den Stein noch fester einzupressen.

Auf diese Weise soll man äusserst sichere Befestigung und zuverlässige Mitnahme des Steines erreichen, ohne letztern durch eingelassene Mitnehmer-Rippen zu schwächen. Der Stein wird bei richtiger Arbeitsweise nicht zerspringen, wenn er nicht selbst Fehler hat, oder nicht etwa bei nachlässiger Beaufsichtigung, infolge des Verklemmens von Holzstücken, heiss läuft.

Eine in Europa gebräuchliche Befestigung ist in Figg. 1245 bis 1247 skizzirt. Fig. 1245 zeigt einen Schleifer im Schnitt; Figg. 1246 und 1247 einen zum Einsetzen fertig behauenen Stein in Ansicht und Schnitt, Fig. 1248 Ansicht der Platte von oben, Fig. 1249 von innen, Fig. 1250 einen Schlüssel zum Anziehen der Muttern, alle in 1 : 20 der wahren Grösse.

Aus den Skizzen ist ersichtlich, dass auch hier der Stein zwischen zwei gusseisernen Platten *a* festgeklemmt wird. Ein wesentlicher Unterschied zu Gunsten dieser Anordnung besteht aber darin, dass hier die Gewindmuttern *b* von den Platten getrennt sind, und dass der Stein weniger geschwächt wird, indem hier die Schrauben durch den Stein ganz wegfallen und durch zwei Mitnehmerleisten *c* ersetzt werden.

Der Stein kann bei dieser Anordnung sofort zum Einsetzen fertig so behauen werden, wie er in Figg. 1246 und 1247 dargestellt ist. Das Einsetzen ist bedeutend einfacher und schneller beendet als bei dem amerikanischen Verfahren. Bei der Bauart Fig. 1245 werden die Platten nicht auf den Stein gedreht, sondern durch die aufsitzenden Muttern auf den Stein gepresst und durch die beiden Rippen *c* der Innenseite genau auf ihrem Platz befestigt. Beim Behauen der Steine ist darauf zu achten, dass die Einschnitte für die Mitnehmer-Rippen der obern und

Fig. 1245.

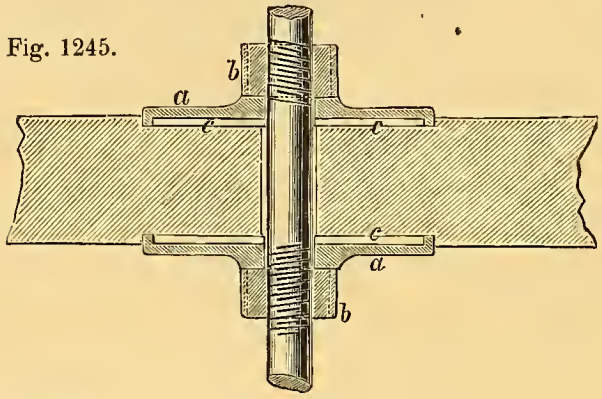



Fig. 1246.

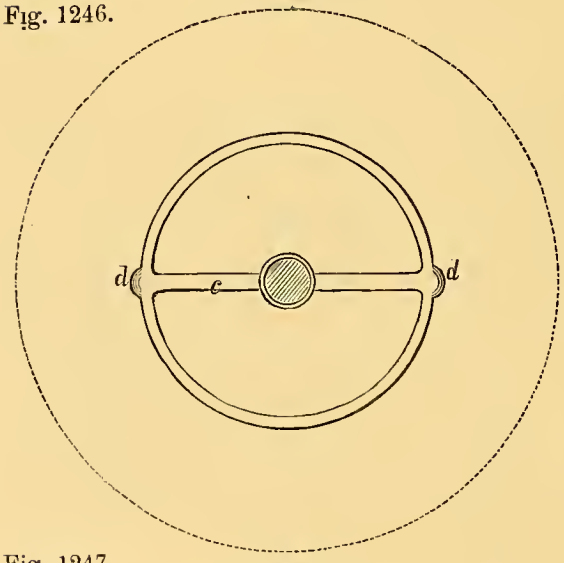



Fig. 1247.

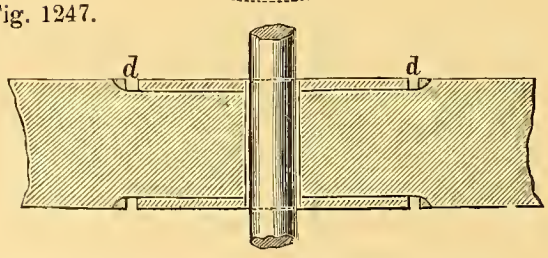
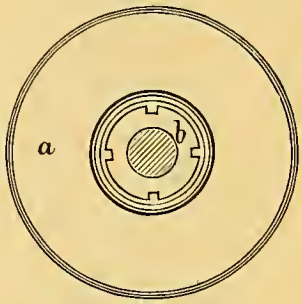



Fig. 1248.



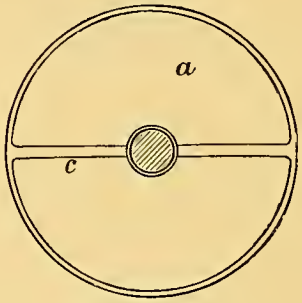




Fig. 1249.

Fig. 1250.

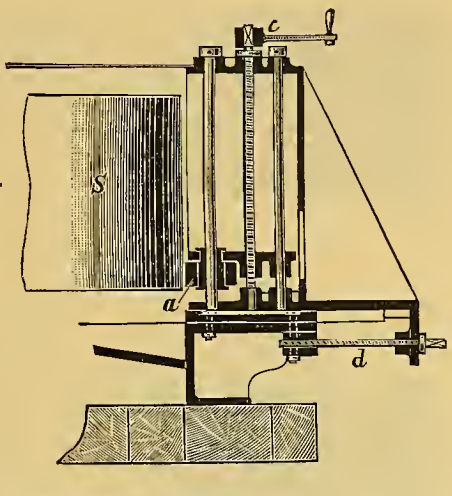
untern Platte sich rechtwinklig kreuzen. Auch bei dieser Bauart ist die Schleifer-Welle mit rechts- und linksgehendem Flachgewinde versehen, und Loswerden der Steine während des Betriebs ebenfalls ausgeschlossen. Damit die Platten überall gut aufliegen, werden die beim Stein von Anfang an absichtlich etwas zu gross und zu weit gehaltenen Rippen- und Wellen-Einschnitte mit Schwefel ausgegossen. Zum Eingiessen sind die kleinen Ausbuchtungen *d* aus dem Stein gehauen. Das Ausgiessen mit Schwefel ist vortheilhafter als mit Cement, weil der Schwefel beim Steinwechsel ausgebrannt werden kann, der Cement dagegen ausgemeisselt werden muss. Schwefel hat auch den Vorzug, dass er sich beim Erkalten ausdehnt und in die feinsten Risse dringt.

Die Wiederverwendung abgeschliffener grosser Steine auf einem besonders dazu bestimmten Schleifer mit kleinerem Anfangsdurchmesser wird durch die Schraubenlöcher der Befestigungsart Figg. 1243 und 1244 sehr erschwert, lässt sich aber bei der von Fig. 1245 leicht bewirken.

**482. Schärfen der Steine.** Auf Seiten 1278/79 u. 1286/87 sind Einrichtungen zum mechanischen Schärfen der Schleifsteine beschrieben.

Ein anderer Schärfer für einen waagerechten Stein von 1,5 m Durchmesser und 0,3 m Höhe mit Hebelbelastung ist in Fig. 1251 dargestellt. Der Schärfer Fig. 1252 dient für einen waagerechten Schleifer von 2 m Durchmesser und 0,5 m Höhe

Fig. 1251.



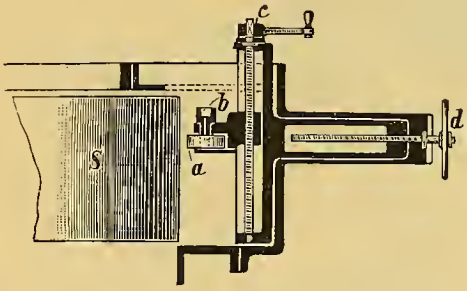




Fig. 1252.

mit 10 Pressen. Bei beiden Zeichnungen ist $S$ der Stein, $a$ die Schärfrolle, $c$ die Kurbel und Schraube, von welcher $a$ am Stein hin- und hergeführt wird, $d$ die Schraube, mit welcher der Schärfer an den Stein herangeschoben wird. Bei der ältern Bauart Fig. 1251 sitzt die Schärfrolle $a$ in einem Wagen, der links und rechts von der Spindel $c$ auf Führungsstangen gleitet. Bei Fig. 1252 läuft die Schärfrolle ohne solche Führung und ist nur mit Schmierbüchse $b$ versehen.

Die in Fig. 1251 dargestellte Schärf-Einrichtung wird an Schleifern mit Hebelbelastung benützt und bei Bedarf anstelle einer Presse eingesetzt. Da das Wegnehmen der Presse umständlich ist, so dient diese Schärfrolle nur zum Rundmachen des Steins.

Der in Figg. 1253 und 1254 in Auf- und Grundriss durchschnitten dargestellte einfache Schärfer hat sich in der Schleiferei, die ihn selbst anfertigte, sehr gut bewährt.

Rolle $a$ wird mit dem Hebel $d$ vom Arbeiter an den Stein gedrückt und mittels Schraubspindel und Kurbel $c$ verschoben. Einmaliges Hin- und Herbewegen der Schärfrolle in 48 Stunden genügt zum Scharfhalten bei langsam laufendem Steine. Die Schärfrollen selbst sind in Figg. 1255 und 1257 in etwa halber Grösse dargestellt. Bei Rolle Fig. 1255 sind die Zähne rings um die Rolle auf einer Spirale von links nach rechts und der Breite der Rolle nach von rechts nach links schräg gestellt; bei Rolle Fig. 1257 genau umgekehrt. Die Wirkung jeder Schärfrolle ist aus den danebenstehenden Steinskizzen Figg. 1256 und 1258 ersichtlich. Die Rollen haben 135 mm Durchmesser, 45 mm Breite, die Zahnlinien 5 mm Steigung und 8 mm

Schiefstellung, d. h. Abweichung von der Senkrechten. Auf einen Umgang kommen 68 Zähne, auf eine Querlinie 8 Zähne von je 10 mm Höhe.

Emil Némethy beschrieb in der Papier-Zeitung eine von den amerikanischen Maschinen-Fabrikanten Stout Mills & Temple, Dayton, Ohio, gebaute Einrichtung, die in Figg. 1259 und 1260 in 1 : 10 der wahren Grösse in Querschnitt und Aufriss in Arbeitsstellung skizzirt ist.

Fig. 1253.

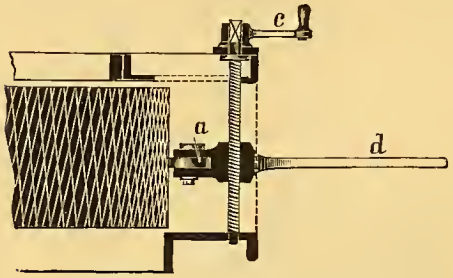



Fig. 1255.

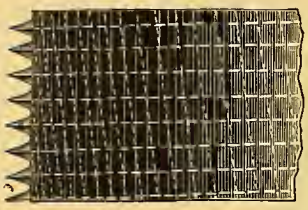


Fig. 1256.

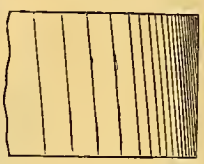


Fig. 1254.

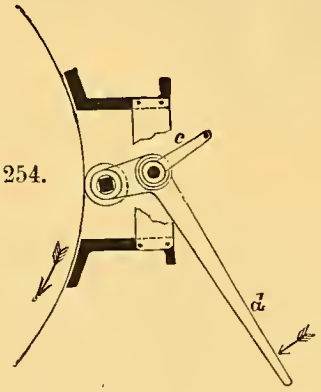



Fig. 1257.

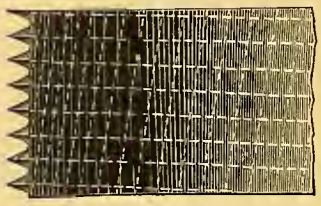


Fig. 1258.

Die in Fig. 1261 besonders dargestellte Schärfrolle *a* ist ein gerieftes Stahlwälzchen von 4″ (101,6 mm) Durchmesser und gleicher Länge, und in einer Gabel *b* drehbar gelagert. Der Schleifstein *A* dreht sich in der Pfeilrichtung und wird geschärft, indem man Rolle *a* so anpresst, dass sie von dem Stein gleichfalls gedreht wird. Die Rillen der Schärfrolle erzeugen auf dem Stein Erhöhungen und Vertiefungen gleicher Art. Die Gabel *b* ist im Messerkopf *c* des Supportschlittens *d* befestigt, welcher durch Schraube *e* und Handrädchen *f* senkrecht zur Steinachse bewegt wird. Der Supportschlitten *d* ist an dem schwalbenschwanzförmigen Kopf des Schlittens *g* geführt, welch letzterer seine Führung auf der Supportplatte *h* hat und seine Bewegung durch den aus der Zeichnung ersichtlichen Zahnrad-Mechanismus erhält. An der Supportplatte *h* ist nämlich unten in der Mitte eine Zahnstange angegossen, in welche das Rädchen *i* greift. Durch Drehung des grössern Handrädchens *k*, welches mit *i* auf der in *g* gelagerten Welle *l* sitzt, erhält der Schlitten *g* eine Bewegung parallel zur Steinaxe. Das Andrücken oder Auslösen der Schärfrolle erfolgt also indirekt durch das Handrädchen *f*, und die Bewegung derselben parallel zur Steinaxe durch das Handrad *k*. Die Supportplatte *h* ist beider-

seits an den Tragleisten *m* des Schleifergehäuses angeschraubt und wird immer nach beendigter Schärfung herausgenommen. Damit man dieselbe bei der fortschreitenden Abnützung des Steines diesem näher befestigen kann, sind die Leisten *m* mit mehreren Schraubenlöchern in gleichen Abständen versehen, wodurch ein Vorrücken des ganzen Schärfers gegen den Stein ermöglicht wird. Zur Bespülung des Steines während des Schärfens dient das Spritzrohr *n*; der Wasserzufluss wird durch ein kleines Handventil geregelt.

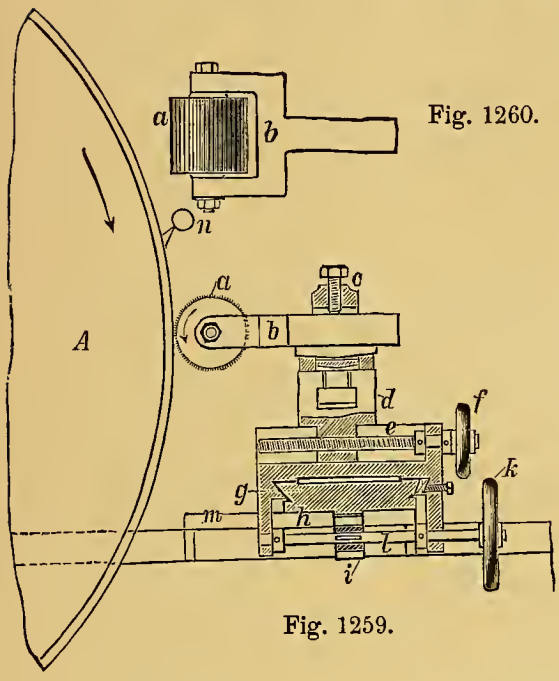
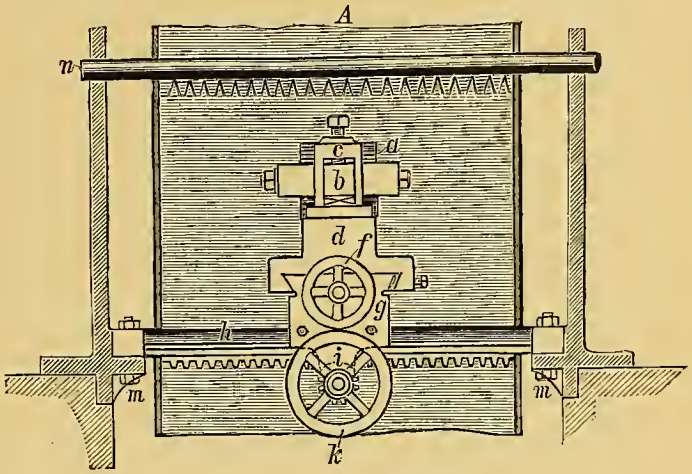



Fig. 1259.

Fig. 1260.

Fig. 1261.



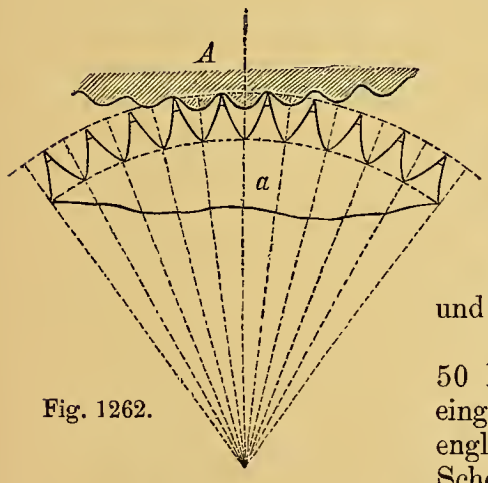




Fig. 1262.

Fig. 1263.

Die Rillen der Schärfrolle *a* sind in Figg. 1262 und 1263 in wahrer Grösse besonders veranschaulicht.

In die cylindrische Mantelfläche der Rolle sind 50 Nuthen von der aus Fig. 1262 ersichtlichen Gestalt eingehobelt oder auch gefraist; die Theilung beträgt $^1/_4$'' engl. (6,35 mm), die Tiefe der Nuthen ebenfalls $^1/_4$''. Schon vor dem Ausfraisen der Nuthen werden in die Rolle, in Abständen von $^1/_4$'', Kerben von $^1/_{16}$'' (1,5 mm) Tiefe eingedreht, sodass die Rolle nach ihrer Fertigstellung aussieht wie das in Fig. 1263 in der Längenansicht dargestellte Bruchstück. Die Kerbung soll leichteres Eindringen der Riffelung in den Stein bewirken.

Bei fortgesetztem Gebrauch werden natürlich die Rillenkanten der Schärfrolle allmälig stumpf und die Nuthen zu seicht. Das Schärfrädchen wird in diesem Falle neuerdings abgedreht, und neue Rillen werden eingehobelt. Nach mehrmaligem Abdrehen würde jedoch die Theilung derselben zu klein ausfallen, es ist dann besser, eine ganz neue Schärfrolle herzustellen; überhaupt ist es von Vortheil, stets mehrere im Vorrath zu haben.

Solche Schärfrollen, die nur aus bestem Gussstahl hergestellt sein sollten, kommen infolge der öftern Erneuung theurer zu stehen als Schärfhämmer. Die Mehrkosten sind aber so unbedeutend, dass sie gegenüber der damit erzielten rascheren und bessern Schärfung und vermehrten Erzeugung garnicht ins Gewicht fallen.

Der Schärfer ermöglicht äusserst genaues Abdrehen der Schleifsteine, sei es, um neu aufgebrachte Steine zu centriren oder nach längerem Betrieb entstandene unrunde Stellen abzudrehen. Zu diesem Zwecke hat man nur statt der Schärfrolle eine vierkantige Stahlschiene im Messerkopf *c* zu befestigen und kann dann den Stein so bequem wie auf einer Drehbank abdrehen.

Beim Schärfen mit Rolle oder Abdrehen mit kantiger Schiene lässt man den Stein so langsam umlaufen, wie die Turbine durch Verminderung des Wasser-Einlaufs zulässt. Nachdem die Rolle eingesetzt ist und die Pressen ausgelöst sind, kann das Schärfen in einer Viertelstunde beendet sein. Zweimal monatlich centrirt man in manchen Fabriken sämmtliche Steine in beschriebener Weise, beseitigt also alle Unebenheiten und unrunden Stellen. Dann werden die Steine wieder geschärft und die Stellschrauben nachgezogen, mittels welcher die Holzkammern des Schleifergehäuses bei der fortschreitenden Abnützung der Steine nachgerückt werden müssen. Bei dieser Gelegenheit werden dann auch stets die Schleifer, Stoffkanäle usw. einer gründlichen Reinigung unterzogen.

Die Spitzen der in Figg. 1255 und 1257 gezeichneten Rollen bringen auf dem Stein auch Spitzen hervor, die möglicherweise in das angepresste Holz fassen und Splitter herausreissen, also splittrigen Stoff liefern. Die mit der Schleiferachse parallelen Rillen der Rolle Fig. 1260 liefern dagegen ebenso gerippte Steine, die nach Némethy's Bericht bessern und langfasrigeren Schliff erzeugen. Dagegen wird jedoch der Einwurf erhoben, dass die Zähne der Rollen bei jedem Schärfen immer tiefer in den Stein dringen, weil sie stets in dieselben Thäler greifen, dass die mit der Achse parallelen Rillen der Steine mehr schlagend als schleifend wirken müssen, und es wird desshalb empfohlen, die Rillen wie in Figg. 1255 bis 58 schräg auf die Rollen zu hobeln. Man solle auch in diesem Fall den Stein abwechselnd mit zwei nach beiden Richtungen, also von rechts nach links und von links nach rechts, mit schrägen Rillen versehenen Rollen schärfen, um zu verhindern, dass eine Rille auf ihrer ganzen Länge zugleich das Holz anfasst und Stösse bewirkt.

Ob diese scharfsinnigen Erwägungen richtig sind, ist noch nicht erwiesen, viele erfahrene Fabrikanten sind vielmehr der Ansicht, dass so fein durchdachte Veranstaltungen bei einer so rohen Arbeit wie das Abschleifen von Holz ihren Zweck verfehlen. Es komme beim Schärfen der Steine weniger auf die Lage der Erhöhungen und Vertiefungen an, als dass sie die richtige Schärfe haben, die nach der Art des Steins, des Holzes und des angewandten Drucks verschieden sein müsse. Um diesen veränderlichen Verhältnissen stets vollauf gerecht zu werden lassen dieselben ihre Schleifsteine nur von Hand durch Leute schärfen, welche,

durch beständige Arbeit mit deren Eigenart und Leistung vertraut sind. Sie benützen dazu nur Schärfhämmer von der Seite 1278 beschriebenen Art, aber scharfkantige Stahlschienen zum Rundmachen. Zur Befestigung einer solchen Stahlschiene braucht man jedoch keine kostspielige Einrichtung von der beschriebenen Art, da man sie, nach Ermittlung der richtigen Lage, mittels einer hölzernen Lehre nur links und rechts vom Stein festzulegen hat.

Der Holzschliff wird um so feiner, je weniger scharf der Stein das Holz angreift, je mehr er abgearbeitet ist. Zu häufiges, gründliches Schärfen schadet somit der Erzeugung feinen Stoffs und macht die Steine, wenn es von Hand geschieht, bald unrund.

In den meisten Schleifereien werden die Schärfrollen und Kronhämmer bei Bedarf im Schmiedefeuer geglüht und durch nachheriges Abschrecken gehärtet. Es zeigt sich nämlich oft bei Benützung ganz neuer Rollen und Hämmer, dass sie zu weich sind, sich infolgedessen sehr rasch abarbeiten, und dass man keinen richtig geschärften Stein damit erhält. Gutgehärtete Hämmer oder Rollen lassen sich nicht feilen; sind sie zu hart, oder zeigen sie Risse, so zerspringen sie beim Gebrauch oder brechen aus. Die zu weich gerathenen sollten nicht gebraucht werden bis die Spitzen abgearbeitet und stumpf sind, sondern man wird gut thun, dieselben selbst besser zu härten.

Da es sich nicht lohnt, ein einziges Stück zu härten, so warte man, bis man einen Satz von etwa 8 bis 10 Stück ausgearbeiteter oder zu weicher oder neuer noch nicht gehärteter Rollen und Hämmer beisammen hat. Um solche mit abgestumpften Spitzen wieder brauchbar zu machen, falls dies die Grösse noch erlaubt, muss man dieselben vorerst ausglühen. In diesem Zustande lassen sie sich auf der Drehbank, der Hobelmaschine und mit der Feile leicht bearbeiten. Erst nachdem die Stücke die gewünschte neue Zahnung erhalten haben, werden dieselben gehärtet. Das Ausglühen auf der Esse bietet keine Schwierigkeiten, wenn man es nach der von Oscar Schärrer in Nr. 97, Jhrg. 1892 der Papier-Zeitung gegebenen Vorschrift in einem Eisenrahmen von der Form des Rechtecks Fig. 1264 von 30 × 40 cm Seiten, 30 cm Höhe und 5 mm Stärke vornimmt. Der Rahmen muss unten einige Löcher haben, durch welche Luft einströmen kann, und es ist gut, wenn man, wie in Fig. 1265 dargestellt ist, auf ein Drittel Höhe einen Rost einsetzt. In diesen Rahmen legt man die auszuglühenden Stücke, mischt und umgiebt sie gut mit Holzkohlen, welche man dann anzündet. Durch Aufwerfen und Nachfüllen von Holzkohlen wird dafür gesorgt, dass kein aufflackerndes, sondern nur glimmendes Feuer entsteht. Mit ungefähr 10 kg Holzkohlen werden etwa 10 Stück ausgeglüht. Ist der Rahmen einmal gut mit Kohlen aufgefüllt, und brennen dieselben richtig, so benöthigt das Ausglühen keiner weitern Aufsicht. Man kann daher ganz gut vor Feierabend das Einsetzen besorgen und am Morgen die ausgeglühten Stücke in kaltem Zustande herausnehmen.

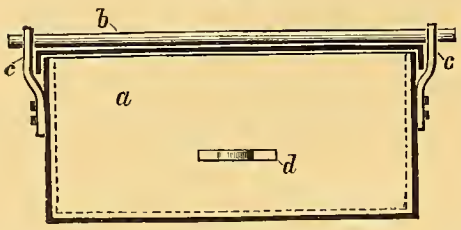
Fig. 1264.

Fig. 1265.

Zum Härten der frisch abgedrehten und gezahnten Rollen und Hämmer empfiehlt Schärrer eine starke eiserne Kiste, deren eiserner Deckel gut verschlossen und schnell abgenommen werden kann.

In Figg. 1266 und 1267 ist *a* eine solche Kiste, deren Grundriss zum kleinern Theil im Querschnitt, zum grössern in Ansicht von oben gegeben ist. Die etwas kegelförmige runde, durch angenietete Augen *c* geschobene Stange *b* hält den Deckel fest auf Kiste *a*, die mit Griffen *d* versehen ist. Die Kiste ist 50 cm lang, 30 cm breit, 25 cm hoch und besteht aus 5 mm starkem Eisenblech.

Fig. 1266.



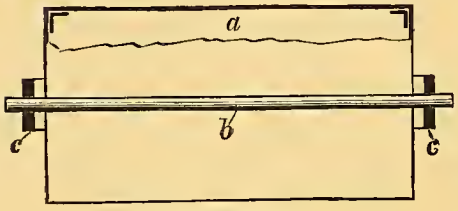




Fig. 1267.

In diese Kiste bringt man zuerst eine ziemlich dicke Schicht von zerkleinerten Lederabfällen, Horn, Klauen, Gummi usw., also von stark stickstoffhaltigen Stoffen. Hierauf wird eine Lage der zu härtenden Rollen usw. gelegt, darüber wieder eine Schicht Leder, Horn usw. und so fort. Die Stahlstücke müssen von allen Seiten gut von diesen Abfällen umgeben sein. Mehr als etwa 8 bis 10 Rollen und Hämmer sollte man nicht in die Kiste legen. In die Schichten des Leders usw. streut man ferner noch etwa 1 kg fein zerstampftes blausaures Kali. Nachdem die Kiste gut verschlossen ist, und alle Fugen mit Lehm ausgestrichen sind, bringt man sie in starkes Feuer, am besten in einen besonders hierzu hergestellten Heerd im Freien. Der Heerd kann ganz einfach gebaut sein, nur sorge man dafür, dass er gut zieht, und dass man die Kiste mit Leichtigkeit aus- und einschieben kann. Als Brennstoff verwendet man am besten Holz, weil dieses nicht wie Steinkohlen plötzlich eine zu grosse Hitze entwickelt. Das Feuer wird nun etwa 3 bis 4 Stunden gut unterhalten, bis die eiserne Kiste kirschroth geworden ist. Hierauf wird sie rasch aus dem Feuer genommen, so schnell wie möglich geöffnet, und der nun ebenfalls kirschroth gewordene Inhalt von Stahlstücken direkt ins Wasser geworfen. Vom Leder, Horn usw. soll nur noch Asche vorhanden sein. Das Wasser, in welchem die Stücke abgekühlt werden, darf nicht allzu kalt sein und muss im Winter erst etwas »handwarm« gemacht werden, weil die Stahlstücke sonst leicht Risse bekommen. Kühlt man die Rollen und Hämmer in Oel ab, so werden sie leicht zu weich. Es soll ferner gut sein, wenn man dem Abkühlwasser etwas Salz zugiebt.

Genaue Kenntniss des Zeitpunktes, wann die Stahlstücke die richtige Glühhitze haben, erlangt man erst durch einige Uebung, und nicht Jeder wird beim ersten Mal ein gutes Ergebniss erzielen. Aber Uebung macht den Meister! Man lasse sich daher durch einen missglückten Versuch nicht abschrecken.

Die Hartguss-Plättchen, aus welchen die Füllung des Seite 1278 beschriebenen Hammers Fig. 1182/3 bestehen, halten zum Schärfen mehrerer Steine aus und sind so billig, dass man sie ins alte Eisen wirft und durch neue ersetzt, wenn sie abgenützt sind.

Die Feinmühlen werden wie ihre Vorbilder die Getreide-Mühlen mit Mühlstein-Picken von Hand geschärft. Die Lage der Rillen ist Seiten 1267 und 1283

beispielsweise gegeben. Diese dürfen nicht zu seicht sein, weil sie dann den Stoff nicht durchlassen und nicht zu tief, weil der Stoff ungemahlen durch solche tiefe Kanäle abfliessen könnte. Die wirklichen Tiefen sind aus Figg. 1159 und 1191 ersichtlich.

**483. Wahl der Schleifer.** In den vorhergehenden Abschnitten sind die gebräuchlichen Arten von Schleifern eingehend beschrieben.

Ob Lang- oder Querschleifer angewendet werden sollen, ist Seiten 1308/1309 erörtert. Die Erfahrung mit Flachschleifern ist noch nicht umfassend genug, um ein endgiltiges Urtheil zuzulassen, da dieselben aber Mischungen aus Lang- und Querschliff geben und je nach Art der Aufpressung des Holzes mehr Lang- oder Querschliff liefern, so mögen dieselben in manchen Fällen für den Papier- und Pappenmacher von Vortheil sein.

Meistens handelt es sich jedoch um die Frage, ob senkrechte Rundschleifer mit waagrechter oder waagrechte mit senkrechter Welle vorzuziehen sind. Nach vielen eingeholten Erfahrungen und Ansichten tüchtiger Fachmänner kann man mit beiden Arten guten Stoff herstellen und muss deshalb die Wahl von der Grösse und Beständigkeit der Wasserkraft, den Anschaffungs- und Unterhaltungskosten sowie besonders davon abhängig machen, mit welcher Art Schleifer man am besten vertraut oder womit die verfügbaren Leute am meisten eingearbeitet sind.

Zur Ausnützung grosser Wasserkräfte mögen waagrechte Schleifer vortheilhaft sein, weil man sie sehr gross nehmen und mit 8 bis 10 Pressen besetzen kann. Dieser Grund gilt jedoch nur für europäische Bauart, da die Amerikaner mit ihren senkrechten Völter-Steinen und Wasser-Anpressung ungeheure Kräfte ausnützen, wie Seite 1300 erläutert ist. In den Vereinigten Staaten haben waagrechte Schleifer — nach des Verfassers Kenntniss — überhaupt (1894) noch keinen Eingang gefunden, die Völter'schen finden sich vielmehr in allen Schleifereien.

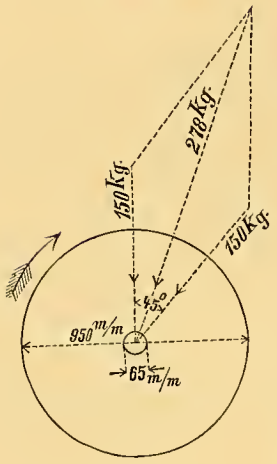
Waagrechte Steine sollen bei gleichem Kraftverbrauch mehr leisten als senkrechte, weil der von jeder Presse abgeschliffene Stoff rasch abgeschleudert wird, also den Stein verlässt, ehe er unter die nächste Presse gelangen kann, während man annimmt, dass der von der ersten Presse eines senkrechten Schleifers gelieferte Stoff zum Theil auf dem Stein bleibt, unter eine oder mehrere der folgenden Pressen gelangt und wiederholt geschliffen wird. Der hierdurch vielleicht verursachte Kraftverlust wird jedoch um so geringer, je weniger Pressen man auf einem Stein anbringt und dürfte bei den in den letzten Jahren eingeführten Steinen mit 3 und 2 Pressen von keinem Belang mehr sein.

Bei waagrechten Steinen soll durch gleichmässige Vertheilung der Pressen um den ganzen Stein die Reibung der Welle in ihren Lagern viel geringer sein als bei senkrechten, deren Pressen auf einer Seite des Steins sitzen und grossen Druck auf die Welle üben. Wolfgang Kapp in Düsseldorf hat jedoch in Nr. 7 der Papier-Zeitung von 1881 die Zapfenreibung eines zweipressigen senkrechten Schleifers folgendermaassen berechnet:

Ich nehme an, der Stein mache 180 Umdrehungen in der Minute, habe 950 mm Durchmesser und eine Welle von 65 mm in den Lagern, wie in Fig. 1268 skizzirt, dann ist die Umfangs-

geschwindigkeit des Steins $\frac{180}{60} \times 3{,}14 \times 950$ mm = 9 m in der Sekunde, die Umfangsgeschwindigkeit des Lagerzapfens 0,612 m,

Fig. 1268.




| | | |
|---|---|---|
| das Gewicht des Steins | = | 750 kg |
| das Gewicht der Welle und Riemscheibe | = | 150 „ |
| der resultirende Druck der 2 Pressen unter 45° stehend und mit je 150 kg drückend, rund | = | 280 „ |
| der Normal-Riemendruck, bei Verwendung von 15 Pferdekräften | = | 150 „ |
| Der Gesammtdruck auf die Lager | = | 1330 kg |

Nimmt man nun den Reibungskoefficienten a) bei guter Schmierung = 0,015, b) bei weniger guter Schmierung = 0,04, so erhält man die beiden Grenzen der Reibungsarbeit (Kraftverlust)

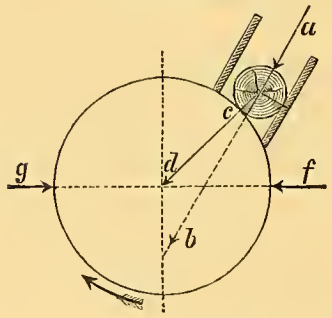
von a) $= \frac{1330 \,.\, 0{,}015 \,.\, 0{,}612}{75} = 0{,}162$ Pferdestärke,

bis zu b) $= \frac{1330 \,.\, 0{,}04 \,.\, 0{,}612}{75} = 0{,}434$ Pferdestärke.

Einen ebenso unbedeutenden Kraftverlust erleidet man auch schon, wenn am Umfang des Steins ein schädlicher oder nutzloser Druck von einigen Kilogramm geübt wird, wie es oft vorkommt. Da sich die Zapfenreibung in keinem Fall ganz vermeiden lässt, so kann überhaupt nur ein Theil des obigen Kraftverlustes durch andere Bauart erspart werden.

Man schiesst daher mit Kanonen nach Sperlingen, wenn man, um diese Zapfenreibung etwas zu vermindern, von der bewährten Bauart der Schleifer abweicht und dieselbe verwickelter gestaltet. Als eine solche unzweckmässige Abweichung erscheint es, dass einige Fabrikanten die Presskasten nicht radial zum Steinumfang stellen, sondern so, dass das Holz, wie in Fig. 1269 skizzirt, in der Richtung *a*—*b* aufgepresst wird. Der Druck auf die Welle in der Richtung *c*—*d* ist dann nicht 150 kg, sondern nur etwa 100 kg, und der Gesammt-Zapfendruck zweier Pressen beträgt nach obiger Rechnungsart 750 + 150 + 200 + 150 = 1250 kg. Wenn man diese Zahl anstelle von 1330 in obige Gleichungen einsetzt, erhält man 0,153 bis 0,408 Pferdestärke für die gesammte Zapfenreibung. Durch exzentrische Richtung des Pressendrucks wird somit 0,162 — 0,153 = 0,009 bis 0,434 — 0,408 = 0,026 Pferdestärke erspart, also etwa 0,02 = $\frac{1}{50}$ Pferdestärke. Für diese geringe, praktisch werthlose Kraftersparniss tauscht man die Unbequemlichkeiten unregelmässiger Bauart und daraus entstehende Betriebs-Erschwerungen ein.

Fig. 1269.




Der Einfluss des Pressendrucks auf die Zapfenreibung ist in vielen Fällen vollständig dadurch aufgehoben worden, dass man zwei Pressen *f* und *g* (Fig. 1241) in entgegengesetzter Richtung wirken liess. Bei dieser Anordnung kann man jedoch der Presse *g* nicht in erforderlicher Weise Schleifwasser zuführen, weil sich die Schleiffläche von unten nach oben bewegt, und man verliert schon dadurch mehr von der Leistung des Schleifers, als durch Minderung des Zapfendrucks gewonnen werden könnte. Da überdies bei solcherBauart beide Seiten des Steins mit Pressen besetzt sind, so wird das Freilegen desselben behufs Schärfens sehr erschwert.

Bei waagrechten Steinen wird die gleichmässige Vertheilung des Drucks um die senkrechte Welle manchmal dadurch vermindert und sogar aufgehoben, dass sich Holz in den Presskasten verklemmt, oder dass mehrere auf einer Seite liegende Pressen gefüllt werden, oder aus andern Gründen ausser Thätigkeit sind. In allen solchen Fällen wird auch die senkrechte Welle nach einer Seite gedrückt und bewirkt erhebliche Reibung in ihren Lagern.

Tüchtige Fabrikanten, welche mit nahezu gleicher Kraft eine Schleiferei mit senkrechten und eine mit waagrechten Steinen betrieben, fanden als Ergebniss vieljähriger Arbeit, dass letztere um etwa 25 pCt. mehr leistete. Der grössere Theil dieser Krafterspariniss wird jedoch nicht den erwähnten Vortheilen zuzuschreiben sein, sondern daher rühren, dass die waagrechten Schleifer mit ihren senkrechten Wellen unmittelbar auf den Turbinen sassen, dass also die für die senkrechten Schleifer angewandten Zwischen-Getriebe wegfielen. Wenn man die waagrechten Wellen der senkrechten Schleifer, wie es in Amerika geschieht (s. Seite 1303) auch unmittelbar auf die Turbinen setzt und auf jedem Stein nur wenige Pressen anbringt, wird der Unterschied im Kraftverbrauch wahrscheinlich verschwinden, oder doch erheblich geringer.

Dem etwaigen geringern Kraftverbrauch waagrechter Schleifer stehen nach Ansicht erfahrener Fabrikanten einige Nachtheile gegenüber. Dieselben erfordern kostspieligere Fundamente, die Befestigung ihrer Halslager ist unsicherer, und bei den schlecht zugänglichen Spurlagern treten häufig Störungen ein. Da die Spritzwasser-Rohre senkrecht stehen, so werden deren untere Löcher bei gleicher Weite mehr Wasser als die obern liefern, und wo das Wasser den Stein trifft, wird es durch Zentrifugalkraft weggeschleudert. Ein schlecht bewässerter Stein wird warm und kann dann die anliegende Holzfläche bräunen. Um diesen Schwierigkeiten zu begegnen, muss das Wasser mit starkem Druck aus den Röhren treten, also aus hoch gelegenem Behälter kommen, während es bei senkrechten Schleifern aus waagrechten Röhren auf den Stein tritt und diesen stets nass erhält. Das unvermeidliche Schärfen von Hand ist bei waagrechten Steinen schwieriger als bei senkrechten, weil es vom Arbeiter in unnatürlich gebückter Lage ausgeführt werden muss und fällt infolgedessen häufig weniger gut aus. Dazu kommt, dass die von waagrechten Steinen abspringenden Stücke, wie in dem Seiten 1315/16 erzählten Fall, dahin geschleudert werden, wo sich die Arbeiter aufhalten, während sie bei senkrechten Steinen in senkrechter Richtung wegfliegen, und der Arbeiter zur Seite steht.

Bei Berücksichtigung all' dieser Erfahrungen dürfte es nicht schwer werden, in jedem einzelnen Fall die für die örtlichen Verhältnisse, die Wasserkraft und die Verwendung des Stoffes geeignete Schleiferart zu wählen. Nachdem diese festgestellt ist, hat man zu bestimmen, welche von den verschiedenen Anpressungen bei den Schleifern benützt werden soll.

Völter fing damit an, dass er das Holz mit Schrauben gegen Steine presste, die sich in jeder Stunde um ein bestimmtes Maass vorwärts bewegten. Das Holz wurde also mit stets gleichem Druck gegen den Stein geschoben, drang um so tiefer in dessen Korn oder Rillen ein, und der Stein schliff um so gröbere Fasern ab, je rascher die Schraube vorwärts bewegt wurde und je stärker sie infolgedessen drückte. Da sich aber wegen der runden Form der Hölzer die Grösse der angepressten Holz-Fläche fortwährend änderte, so wechselte auch die

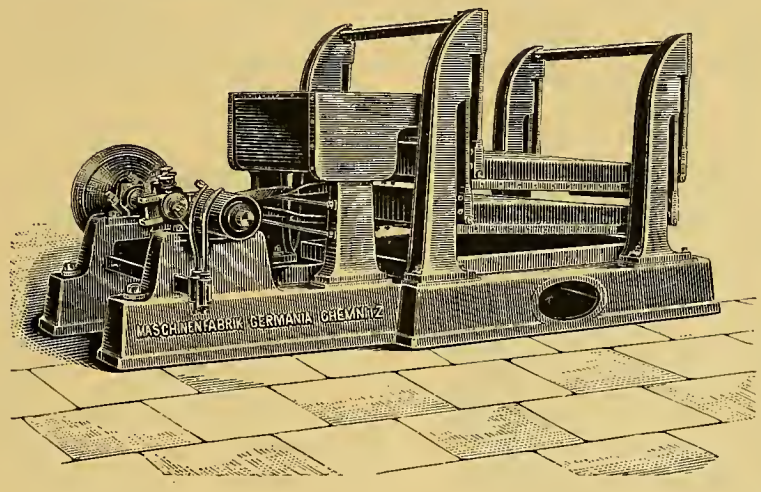
verbrauchte Kraft beständig, und die Turbine lief sehr unregelmässig, da sie bald viel, bald wenig zu leisten hatte. Um dies zu vermeiden, wurde in der ersten Zeit sogar Holz mit rechteckigem Querschnitt in die Pressen gelegt, von welchem stets gleich grosse Flächen am Stein lagen. Völter wandte dann zur Vermeidung dieser Ungleichheiten einen Schwungkugel-Regler an, welcher von der Schleiferwelle angetrieben wurde und seinerseits den Vorschub der Pressen verminderte, wenn die Turbine langsamer lief. Bei grössern Anlagen wird auch, wie Seite 1263 gezeigt, ein gemeinsamer Regler für alle Schleifer angewandt. Damit war der Gedanke des in jedem Zeitraum gleichen Schrauben- oder Zahnstangen-Vorschubs, und folgeweise stets gleichen Drucks auf die Flächen-Einheit des angepressten Holzes verlassen. Um aber das erschwerende Zwischenglied des Reglers überflüssig zu machen, ging man dazu über, den mechanischen Vorschub durch Gewichtsbelastung zu ersetzen. Die Ausführung erfolgte in der Weise, dass man entweder die früher mechanisch angetriebene Kette der Fig. 1143, Seite 1253 durch sinkendes Gewicht in Bewegung setzte oder auf jede Presse ein Gewicht wirken liess, wie in Figg. 1175, 1176, Seite 1276. Anstatt Gewicht wird wie in Abschnitt 475 ausgeführt, auch Wasserdruck mit derselben Wirkung angewandt. Die Holzschleiferei erzielt somit jetzt allerwärts — gleichviel mit welchem der erwähnten Mittel — annähernd gleichmässigen Gang der Turbinen, lässt sich aber dafür ungleichen Druck auf die Flächen-Einheit des angepressten Holzes und folgeweise ungleichmässigen Stoff, d. h. Mischungen von gröbern und feinern Fasern gefallen. Diese Ungleichmässigkeit scheint für die Verarbeitung keine Bedenken zu haben, weil dieselbe durch nachheriges Mahlen wieder ausgeglichen wird, oder sich überhaupt im Papier nicht nachtheilig bemerkbar macht.

Da die Art der Anpressung somit wenig Einfluss auf die Gleichmässigkeit des erzielten Holzschliffs übt, diese vielmehr von der Art und Schärfe des Steins, dem Holze und dem darauf gebrachten Druck, sowie nachherigem Sortiren und Feinmahlen abhängt, so ist es am besten, wenn man diejenige Art der Anpressung wählt, die sich für die örtlichen Verhältnisse am besten eignet. Für kleine und bedeutend schwankende Kräfte erscheinen senkrechte Steine mit selbständiger Gewichtsbelastung jeder Presse am zweckmässigsten, weil sich solche Steine der verminderten oder vermehrten Kraft am leichtesten anpassen und auch mühelos behandeln lassen. Der Druck auf jede Presse lässt sich durch Auflegen und Abnehmen von Gewichten leicht vermehren, vermindern und aufheben. Für grössere Kräfte mag gemeinsamer Druck für alle Pressen eines Schleifers und gemeinsamer Regler für alle Schleifer geeigneter sein, obwohl manche tüchtige Fabrikanten auch dafür den einfacheren auf jede Presse wirkenden Gewichtsdruck vorziehen. Die Wasserpressung gab anfangs zu vielen Klagen Anlass, weil man vielfach allzu hohen Druck anwandte, und die verwickelten Rohrleitungen, Ventile, Kolben, Pumpen sorgfältige Ueberwachung erforderten, ist aber durch Erfahrung so vereinfacht und verbessert worden, dass sie immer grössere Ausbreitung erlangt. Durch dieselbe kann man mühelos hohen oder niedern Druck auf die Pressen wirken lassen und erreicht damit genau dasselbe wie mit Gewichten, ohne dass man solche hochzuheben hat. In Amerika ist sie, wie Seite 1297 erklärt, in allen neuern Schleifereien zu finden und auch in Europa, besonders in den nordischen Ländern, breitet sie sich immer mehr aus.

Bei Anwendung der Wasserpressung sollte man jedoch von dem hohen in Amerika angewandten Druck, welcher dass Heiss-Schleifen bewirkt, absehen, weil unter demselben zu viele Steine platzen, und dadurch der Vortheil grösserer Erzeugung aufgehoben wird. Von den aus Deutschland bezogenen Elbsteinen, sowie von denen aus dem Staat Ohio sind in amerikanischen Schleifereien in kurzer Zeit so viele unter dem starken Druck zersprungen und unbrauchbar geworden, dass man zu den kräftigeren aber gröberen englischen aus Newcastle (Seite 1314) greifen musste. Neuerdings (1894) haben sich amerikanische Fabrikanten entschlossen, geringern Druck auf das Schleifholz zu bringen, also etwas weniger heiss zu schleifen, um nicht so viele Steine zu verlieren. Viel höherer Druck als in Europa und infolge desselben höhere Temperatur der Stoffmasse, also mässigeres Heiss-Schleifen, wird jedoch für unentbehrlich gehalten zur Erzeugung grosser Mengen und langer kräftiger Fasern.

Bei der Wahl der Anpressung ist auch zu bedenken, dass für ein so rohes Verfahren wie das Holzschleifen möglichst einfache aber leistungsfähige Einrichtungen am zweckmässigsten sind. Es kommt weniger darauf an, das theoretisch

Fig. 1270.




Möglichste zu erzielen, als mit solchen Mitteln zu arbeiten, welche von gewöhnlichen in solchen Anlagen beschäftigten Arbeitern verstanden und gut gehandhabt werden.

**484. Sortirer und deren Wahl.** Die ersten von Völter angewandten Sortirer bestanden, wie Seite 1255 erklärt ist, aus mit Metallgewebe bekleideten Cylindern und finden sich, wie die Beschreibung Seite 1271 zeigt, noch immer (1894) in vielen Schleifereien. Ein verbesserter Sortirer dieser Art ist Seite 1280 beschrieben.

J. M. Voith hat diese Einrichtung durch seine Seite 1265, Figg. 1156 und 1157, dargestellten Schüttelsiebe ersetzt. Die Maschinenfabrik Germania in Chemnitz macht ihre Schüttler, wie das Bild Fig. 1270 zeigt, aus zwei anstatt drei Sieben. Diese Siebe aus gelochtem Kupferblech von 700×900 mm Fläche sind in schmiedeiserne geschweisste Rahmen eingelegt und lassen sich ohne Ablösen der Rahmen oder Verbindungsstangen leicht ausheben.

Bei der auf Seite 1296 und Folge beschriebenen Schleiferei sind Schaukel-Sortirer angewandt, die zwar bis jetzt (1894) keine grosse Verbreitung erlangt

haben, aber in einigen Fabriken dauernd Verwendung finden. Figg. 1271, 1272 und 1273 geben Aufrisse und Grundriss derselben in 1 : 30 der wahren Grösse.

Der von den Schleifern gelieferte und durch einen Splitterfang geleitete Stoff fliesst in die Rinne *a*, aus welcher er sich nach beiden Seiten über Ausgüsse *b* auf die Schaukelsiebe *d* ergiesst. Bei seinem Fall trifft der Stoff auf die Schaufelhaspel *c*, welche 66 Umdrehungen in der Minute machen und den Stoff als Regen auf die Siebfläche werfen. Das obere Ende der Siebrahmen *d* hängt in Federn *f*, die sich mittels Schrauben *g* verstellen lassen. Die Unterbrechungen, welche das Auffallen des Stoffstrahls durch die Schaufelhaspel erfährt, verursachen

Fig. 1271.

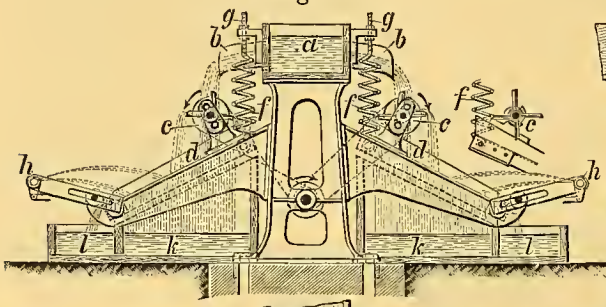
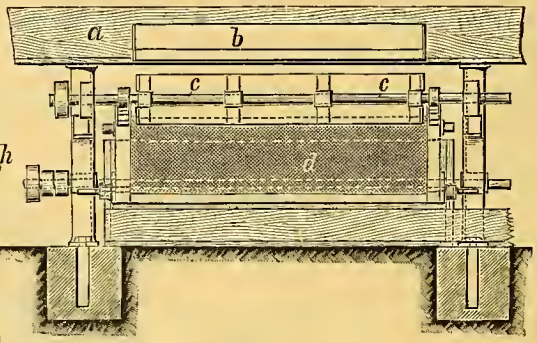



Fig. 1272.



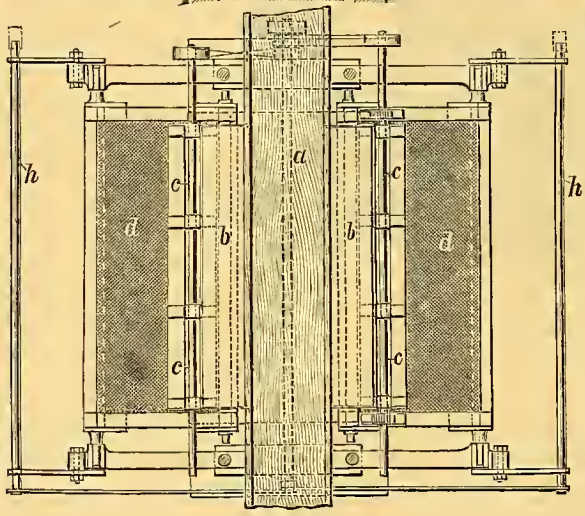




Fig. 1273.

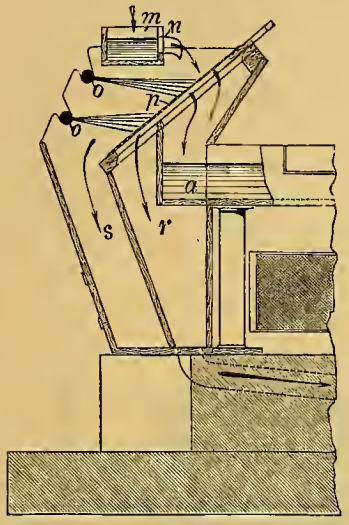
ein Zittern der straff gespannten Siebe, welches den groben auf den Sieben liegenden Stoff abwärts gleiten macht, wobei er von zwei aus dem entfernt liegenden Spritzrohr *h* kommenden Wasserstrahlen gewaschen wird. Dieser von H. Plattner in Jenbach erfundene Sortirer ist dadurch wirksamer geworden, dass die Maschinenbau-Anstalt Golzern auf die Welle jedes Schaufelhaspels *c* zwei Schlagrädchen gesetzt hat, die aus der Sonderzeichnung rechts in Fig. 1271 ersichtlich sind. Die 3 Zähne dieser Schlagrädchen verursachen bei 66 Drehungen 200 kurze Schläge des Siebes in der Minute. Diese Bewegung verstärkt das erwähnte Zittern und bewirkt in Verbindung mit den Wasserstrahlen, dass in der Schleiferei von R. Pfenninger in Jenbach mit einem in 2 Schnüren hängenden Sieb von 2000×500 mm durchschnittlich 1500 kg Stoff täglich sortirt werden, der zu Druckpapier und Holzdeckeln Verwendung findet.

Der Stoff, welcher durch das Sieb geht, gelangt in eine Rinne *k*, die ihn auf die Pappenmaschinen führt, die groben Theile werden in die Rinne *l* gespült, fliessen in die Stoffbütten der Figur 1214 und werden zu den Feinmühlen gepumpt.

Einer der beiden Splitterfänge, welche die Rinne *a* der Figg. 1271 bis 1273 mit Stoff speisen, ist in Figg. 1274 und 1275 in Aufriss-Schnitt und Grundriss in 1 : 30 der wahren Grösse dargestellt. Der von den Schleifern kommende Stoff

fliesst in die Rinne $m$ und durch Ausguss $n$ auf das geneigte Sieb $p$, wo er von reichlichen aus den Spritzrohren $o$ kommenden Wasserstrahlen getroffen wird. Diejenigen Stofftheile, welche zwanglos durch den obern Theil des Siebes $p$ gehen, sind fein genug, gelangen in die Rinne $a$ und aus dieser auf die Siebe $d$ der Schaukelsortirer. Der gröbere Stoff, welcher durch den untern Theil des Siebes $p$ dringt, fliesst durch Trog $r$ in die Stoffbütte der Figg. 1214/5 und wird aus dieser auf die Feinmühle gepumpt. Die auf dem Sieb verbleibenden Splitter werden in den Kasten $s$ gespült und verbrannt, oder anderweit verwerthet.

Fig. 1274.




Der Schaukel-Sortirer bietet den Vortheil, dass man alle seine Theile stets sehen und leicht ausbessern kann. Dagegen macht er durch seine Schlagräder den von den Knotenfängen der Papiermaschinen her bekannten unangenehmen Lärm und verbraucht durch die Spritzrohre grosse Mengen Wasser, die den Stoff sehr verdünnen und wieder entfernt werden müssen.

Sortirtrommeln, bei denen der Stoff von innen nach aussen durch Siebe geführt wird, sind in verschiedener Weise angeordnet und auch durch Patente geschützt worden. In Figg. 1276 und 1277 ist ein solche Bauart, von der Ende 1893 schon 80 Stück in Betrieb waren, in Quer- und Längsschnitt und in Fig. 1278 in äusserer Ansicht dargestellt. Der Sortirer wird von Cuvier fils, Seloncourt, Dep. du Doubs, Frankreich, gebaut.

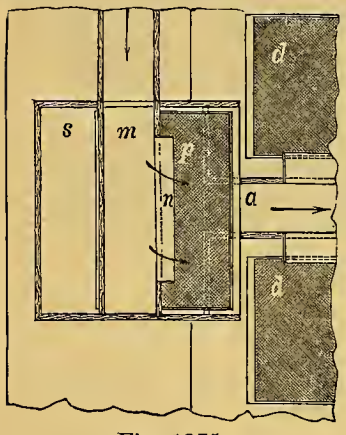



Fig. 1275.

Der Holzschliff fliesst (Fig. 1277 rechts) in eine Siebtrommel, worin er einen grossen Theil seines Begleitwassers abgiebt, dann in verdicktem Zustand durch ein Schöpfrad am andern Ende der Trommel wieder ausgeworfen wird und in der Richtung des Pfeils abfliesst. Die Siebtrommel läuft auf Reibungsrollen, und auf ihrem Einlaufhals sitzt ein Zahnrad von 120 Zähnen, welchem ein Rad mit 20 Zähnen von einer Zwischenwelle aus eine Bewegung von etwa 7 Umdrehungen in der Minute ertheilt. Diese Zwischenwelle wird, wie Fig. 1278 zeigt, von der Mittelwelle aus durch ein Getriebe von 20 auf 120 Zähne gedreht.

Der Antrieb des Ganzen erfolgt durch die einfache Riemscheibe (Fig. 1278 links) oder durch eine Stufenscheibe wie in Fig. 1277.

Die Bespannung der Trommel besteht aus gelochtem Kupferblech. Für weissen Holzschliff sind die Löcher rund, von 0,5 mm bis 0,9 mm Durchmesser, und so enge gestellt wie möglich. Für braunen Schliff und Zellstoff kommen Schlitze von 0,45 bis 0,7 mm Breite zur Anwendung.

An den beiden schmalen Enden der gelochten Bleche sind Bronzewinkel befestigt, welche, wenn das Blech um die Trommel gelegt ist, unter sich mit Zwischenlage eines Kautschukstreifens verschraubt werden. Die Bleche sind mit

Gummibändern gegen die Trommel abgedichtet, und zu deren Verstärkung sind Spanndrähte in etwa 100 mm Abständen um die Trommel geführt. 6 Längsleisten, welche gleichzeitig zur steifen Verbindung der zwei Trommelböden unter sich und mit einem mittlern Ringe dienen, arbeiten als Rührflügel in dem äussern Kasten und verhüten Absetzen der Fasern in demselben.

Die Hauptwelle ist im Innern der Siebtrommel mit Rührflügeln versehen und macht 280 Umdrehungen in der Minute. Ein über der Siebtrommel liegendes Spritzrohr dient zum Offenhalten der Sieblöcher. Das beständige Eintauchen der Siebtrommel in den Stoff soll wie die schüttelnde Bewegung bei den Knotenfängen zur Reinhaltung des Siebes beitragen; etwaige in den Löchern sitzende Fasern werden durch die von aussen nach innen dringende Flüssigkeit abgelöst.

Der Abfluss des durch das Sieb gegangenen Stoffs wird von einer Klappe (Fig. 1276) geregelt, mit der man höhern oder tiefern Stand des Stoffs und damit

Fig. 1276.

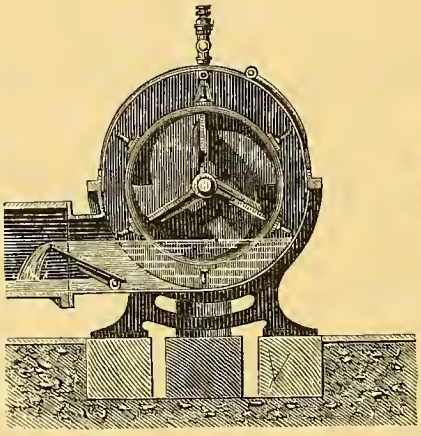
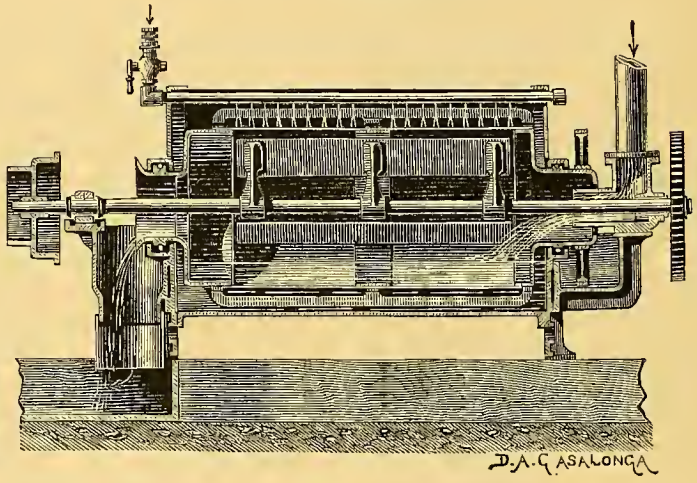


Fig. 1277.




grössern oder kleinern Wassergehalt des aus der Siebtrommel geschöpften groben Stoffes bewirken kann.

Fällt der grobe ausgeschöpfte Stoff direkt zur Feinmühle oder in einen mit Rührer und Schöpfrad versehenen Behälter, so wird die Klappe tief gestellt, damit der Stoff die nöthige Dicke hat. Wird derselbe hingegen durch einen geneigten Kanal oder ein Rohr geleitet, soll er daher fliessen können, oder muss er mittels Pumpe zur Feinmühle gehoben werden, so stellt man die Klappe höher, damit der grobe Stoff flüssiger wird.

Die in Fig. 1276 gezeichnete Klappe wird neuerdings (1894) durch einen zweitheiligen Ueberlauf-Schieber ersetzt, dessen unterer Theil fest ist, um zu verhüten, dass eine ungeschickte Hand denselben so stellt, dass die Flüssigkeit im äussern Kasten den Sieb-Cylinder garnicht mehr erreicht. Der obere Theil der Klappe ist dagegen auf und ab verschiebbar, damit man den Stoff-Ueberlauf und damit die Stoffhöhe in der äussern Umhüllung höher oder tiefer stellen kann.

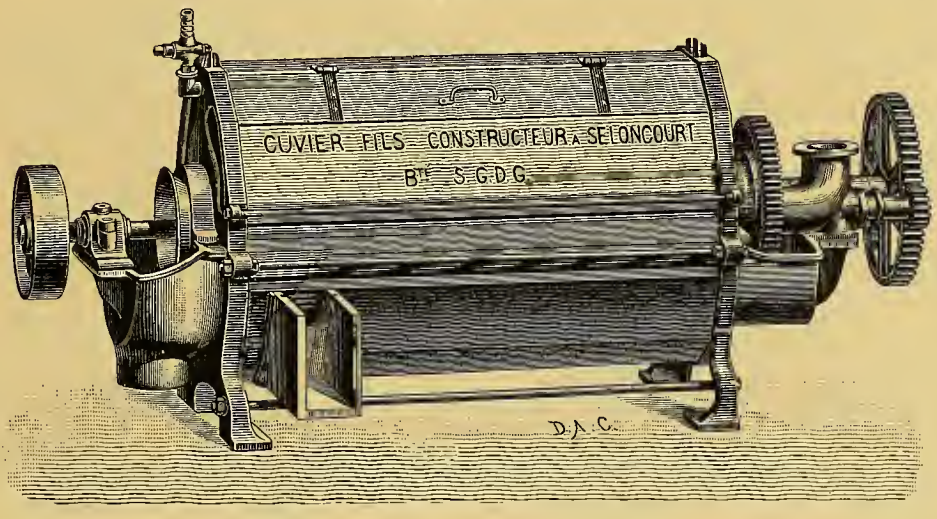
Die Rührflügel im Innern bestehen nicht mehr, wie in Fig. 1277 dargestellt, aus drei axial oder schief gestellten Blechstreifen, sondern aus neun von einander

unabhängig auf der Welle befestigten dreiarmigen Rührflügeln. Die schaufelförmigen Arme derselben sind so gegen einander verstellt, dass jederzeit die gleiche Anzahl derselben gleichzeitig eintaucht, und die bei der abgebildeten ältern Bauart beim Eintauchen der Blechstreifen vorkommenden Stösse vermieden werden.

Der äussere Kasten besteht aus Holz, die obere Hälfte ist zweitheilig und lässt sich leicht abnehmen.

Wenn der Sortirer in Bewegung gesetzt ist, öffnet man zunächst den Hahn des Wasserspritzrohrs und lässt den rohen Stoff erst zulaufen, wenn das Wasser beim Auslaufschieber anfängt überzufliessen. Sollten durch Abfallen eines Riemens oder durch einen andern Umstand die Räder und der Sortirer zum Stillstand kommen, ohne dass sofort der Stoffzufluss abgestellt wird, so kann kein Stoff heraus auf den Fussboden fliessen oder sonstwie verloren gehen, sondern derselbe

Fig. 1278.




wird sich zuerst im Cylinder stauen und darauf durch den Auslauf des Raffinirstoffes nach dem Behälter für diesen fliessen. Der Kraftbedarf des Sortirers ist zu 2 Pferdestärken angegeben.

Die Leistung des Sortirers wechselt je nach der Lochung zwischen 750 und 1800 kg lufttrockenen Stoffes in 24 Stunden für Schliff und 1000 und 2000 kg für Zellstoff. Die grössere Leistung bei Zellstoff rührt daher, dass für diesen geschlitzte Bleche angewandt werden und die Summe aller Loch-Querschnitte bei geschlitzten Blechen grösser ist als bei rundgelochten.

Nach diesen Angaben leistet der Sortirer nicht mehr als der auf Seite 1280 dargestellte mit gelochten Blechen. Dagegen besteht er aus viel mehr Theilen und Getrieben, ist also verwickelter, folgeweise auch theurer und verbraucht mehr Triebkraft.

Gelochte Bleche treten, da sie dauerhafter und deshalb vortheilhafter sind, nach und nach allgemein anstelle der Drahtsiebe, nur über die Form und Grösse

der Löcher herrschen verschiedene Ansichten. Bei der Wahl der Lochung muss man zuerst grundsätzlich entscheiden ob dieselben schlitzartig wie bei Knotenfang-Platten, oder rund sein sollen. Schlitze sind verhältnissmässig enger, aber länger als runde Löcher, lassen dünne Splitter durchgehen, halten aber dicke, grobe Theile zurück. Runde Löcher halten dagegen die Splitter mehr zurück und lassen dicke grobe, aber kurze Stückchen durchgehen. Man kann wohl annehmen, dass kurze dicke Stücke zwischen den Steinen der Feinmühle fein genug zerkleinert werden, um als Papierstoff zu dienen, dass sich aber lange dünne Splitter der Einwirkung der Feinmühle mehr entziehen. Wahrscheinlich haben sich aus diesem Grunde runde Löcher in den Blechen der Sortirer mehr bewährt als Schlitze.

Fig. 1279.

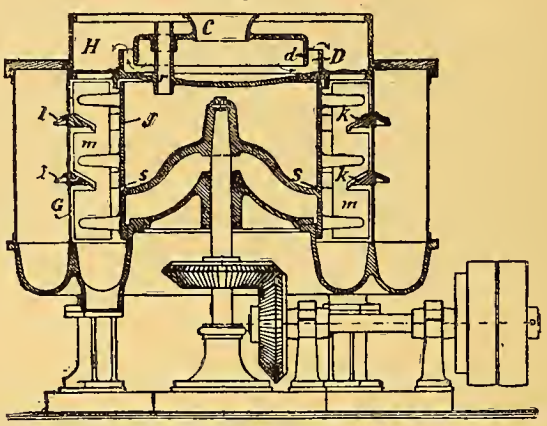
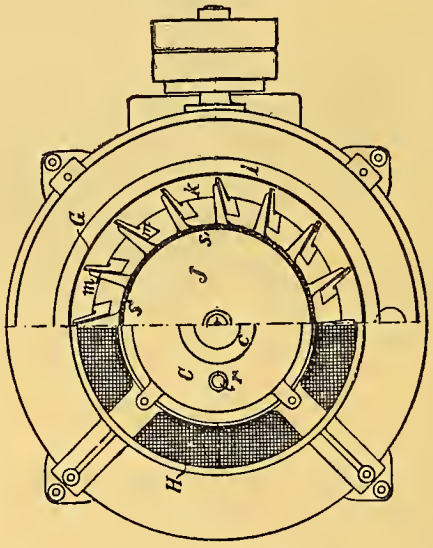



Fig. 1280.




Viele Erfinder haben sich bemüht, die Schleuderkraft (Centrifugalkraft) zum Sortiren zu verwerthen. Nachdem viele, auch patentirte Bauarten versucht und wieder verlassen wurden, erzielte die als Zusatz zu Nr. 53182 unter Nr. 60189 in Deutschland patentirte Einrichtung von Berthold Ziegler in Todtnau i. Baden einigen Erfolg. J. M. Voith in Heidenheim hat davon bis April 1894 vierzehn Stück nach Skandinavien und Finnland geliefert.

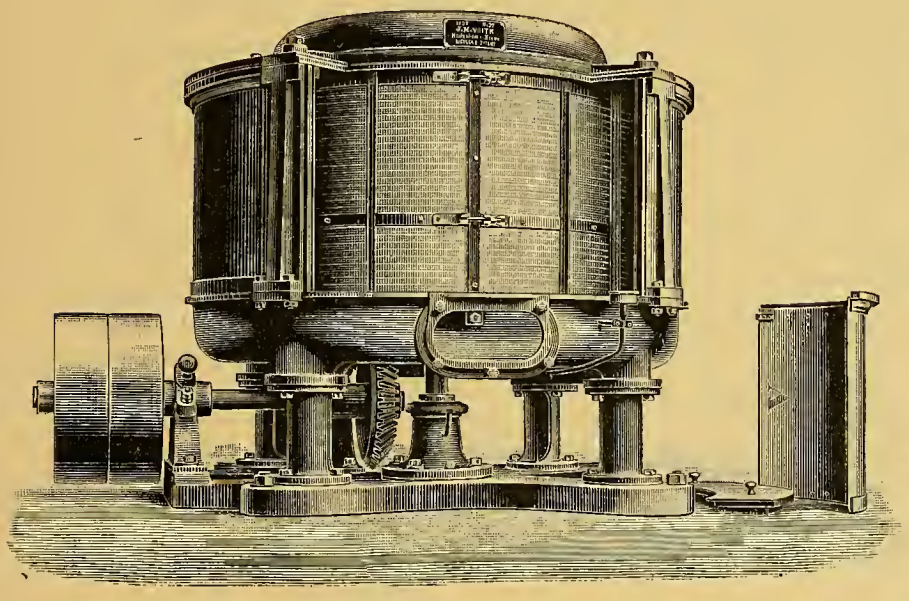
In Figg. 1279 und 1280 sind Auf- und Grundriss nach der Patentschrift 60189 und in Fig. 1281 äussere Ansicht der Voith'schen Bauart gegeben. Im Hauptpatent 53182 wird der Stoff, ehe er in die Sichtmaschine gelangt, behufs Zerlegung etwaiger Faserbündel, zwischen mit Stiften besetzten Cylindern durchgeführt und von waagrechten Rührstangen zerschlagen.

Holzschliff geht in den meisten Fällen wie er vom Schleifer kommt durch die trichterförmige Oeffnung *c* des Deckels in das flache Gefäss *D* und fliesst unter der Kante *d* des Deckels weg über den Rand des Gefässes *D*, gleichmässig vertheilt, in den Raum *H*, dessen ringförmiger Boden mit grob gelochtem Blech belegt ist. Durch dieses gelochte Blech fällt aller Stoff unmittelbar auf die an der Trommel *J* befestigten schrägen Schaufeln *m*. Damit der untere Theil des Sichtcylinders *G* nicht in viel höherm Grade als der obere Theil in Anspruch genommen wird, ist derselbe durch Ringe *k* von dreieckigem Querschnitt der Höhe

nach in mehrere Abtheilungen geschieden. Diesen Abtheilungen entsprechend sind entweder eben so viele Schaufelreihen über einander angeordnet, oder die Schaufeln sind, wie in Fig. 1279, mit Einschnitten versehen, welche den Ringen $k$ freien Raum lassen.

Der von oben kommende Stoff wird zunächst von den obersten Schaufeltheilen erfasst und von innen nach aussen durch den Sichtcylinder $G$ getrieben. Der nicht ausgeschiedene Stoff fällt auf die schräge Fläche des obersten Ringes $k$ und fliesst auf derselben gegen die Schaufeltrommel $J$ zurück in die zweite Abtheilung des Sichtcylinders, wo er von den Schaufeln aufs Neue erfasst und nach aussen geschleudert wird. Der hier zurückgebliebene Stoff fliesst auf gleiche Weise über den zweiten Ring in die dritte Abtheilung, wo sich der Vorgang wiederholt.

Fig. 1281.



Um zu verhüten, dass die Aussenfläche des Sichtcylinders durch herabfliessenden gesichteten Stoff belegt werde, sind den innern Ringen $k$ gegenüber die äussern Ringe $l$ angebracht, die den Stoff nach aussen ableiten und dadurch die darunter liegenden Abtheilungen freihalten.

In die unterste Abtheilung gelangt der Stoff in ziemlich entwässertem Zustande, und er würde hier die erforderliche Beweglichkeit nicht mehr besitzen, wenn ihm nicht von neuem Wasser zugesetzt würde, welches durch Rohr $r$ in das Innere der Schaufeltrommel $J$ geleitet wird und durch die Löcher $s$ zuströmt.

Für die Geschwindigkeit des Sortirers giebt J. M. Voith folgende Vorschriften:

| | | |
|---|---|---|
| Weisser Querschliff . . . . . | 300 | Umdrehungen in der Minute |
| Weisser Langschliff . . . . . | 325 | „ „ „ „ |
| Brauner Holzschliff . . . . . | 350 | „ „ „ „ |
| Zellstoff . . . . . | 450 | „ „ „ „ |

Der Sortirer soll je nach Grösse der Siebbleche 2500 bis 4000 kg trocken gedachten Stoff in 24 Stunden sichten. Dass er trotz dieser grossen Leistung verhältnissmässig wenig Verbreitung erlangt hat, liegt wahrscheinlich daran, dass er nicht besser sortirt, weniger leicht zugänglich ist und sich schwerer reinigen lässt als andere Sichter. Da fortwährend schwere Massen gegen das Sieb geschleudert werden, so hat dieses viel auszuhalten, und ein daran entstehender Schaden

kann, da das Sieb unsichtbar ist, lange bestehen und viel Stoff verderben, ehe er entdeckt wird.

Obwohl der Sortirer für Zellstoff den Vortheil bietet, dass er die Faserbündel zerschlägt, ist er bis jetzt (1894) mehr für Holzschliff in Verwendung.

Da die Nadelhölzer viel Harz enthalten, so setzt sich dies an den Sieben der Sortircylinder fest und nöthigt zu häufiger Reinigung derselben. In den meisten Fabriken wird dieselbe durch Waschen mit heisser Sodalösung bewirkt, die stark genug sein muss, um eine lösende Wirkung zu üben.

**485. Feinmühle oder Mahlgang** (Raffineur). Die Feinmühle ist, wie früher gesagt, ein Nothbehelf, welcher die beim Schleifen gemachten Fehler nach Möglichkeit ausgleichen, d. h. die Theile, welche zwar feiner als Splitter, aber nicht fein genug für Papierstoff geschliffen sind, weiter zerkleinern soll. Da es bis jetzt nicht möglich geworden ist, diese zu groben Theile durch nochmaliges Schleifen zu verfeinern, und dabei deren Faserlänge zu bewahren, so werden sie wie Getreide gemahlen, also in mehlartige Masse verwandelt. Dieser Mahl-(Raffineur-)Stoff ist zwar nicht viel besser als Füllstoff, liefert aber doch immer noch Papiermasse und darf, wo Holz theuer ist, nicht verloren gehen. Es ist jedoch Aufgabe der Fabrikanten so zu schleifen, dass möglichst wenig Stoff feingemahlen werden muss. Auf Seite 1300 ist erörtert, dass die Amerikaner garkeine Feinmühlen verwenden, sondern alles, was nicht durch die Schlitze ihrer Sichter geht, wegfliessen lassen. Dabei kommt es auch häufig vor, dass sehr viel Stoff durch einen schadhaft gewordenen Sichter, durch erweiterte Schlitze fortfliesst, ehe man es bemerkt. Der neuerdings verschärfte Wettbewerb und die niedergehenden Preise zwingen jetzt auch in Amerika zu möglichster Sparsamkeit, und seit Niederschrift der Seite 1300 haben einige hervorragende dortige Fabrikanten Einrichtungen zu besserer Sortirung und zum Feinmahlen getroffen. Sie haben die nöthige Zahl der Seite 1265 beschriebenen Voith'schen Sortirer nebst Mahlgängen angeschafft und werden damit unserer Art der Fabrikation näher kommen. Sie sind zu dieser Einrichtung besonders dadurch bestimmt worden, dass dabei nichts unbemerkt abfliessen, also kein grosser Stoffverlust eintreten kann, weil alle Theile, die nicht durch die Sortirbleche gehen, dem Mahlgang zufliessen, bis sie die nöthige Feinheit erlangt haben.

In Europa hat man sich vielfach bemüht, die Feinmühle entbehrlich zu machen, oder durch andere Einrichtungen zu ersetzen. Der von den Schleifern kommende zu grobe Stoff wurde in einigen Fabriken mit Kollergängen, in andern mit Kingsland'schen Stoffmühlen von der Seiten 467 bis 472 beschriebenen Art verfeinert. Alle diese Versuche wurden jedoch aufgegeben, und man sucht jetzt nur den nach europäischer Erfahrung unentbehrlichen Stein-Mahlgang zu verbessern.

Auf Seiten 1266/7 und 1282/3 sind Feinmühlen von der beinahe allgemein eingeführten Bauart mit feststehendem Bodenstein und darauf kreisendem Läufer beschrieben. Neuerdings (1894) kommen auch solche in Aufnahme, bei denen dieses Verhältniss umgekehrt ist.

Herr Wolfgang Kapp in Düsseldorf hatte schon 1875 einen Mahlgang mit feststehendem Oberstein und kreisendem Unterstein zum Feinmahlen von Holzschliff mit Erfolg in Betrieb. Grössenverhältnisse und Ausführung liessen jedoch so viel zu wünschen, dass die Maschine bei einem Umbau der Fabrik beseitigt wurde.

Erst 1889 fand sich wieder Gelegenheit zur Aufstellung einer Unterläufer-Feinmühle in der Holzschleife des Herrn Norbert Klagges in Cabel in Westfalen, die sich seitdem ununterbrochen im Betrieb befindet. Figg. 1282 und 1283 geben Längsschnitt und Ansicht derselben in 1 : 25 der wahren Grösse. Der Laufstein *a* ruht mittels einer festen Haue $a^1$ auf der senkrechten Welle *c*, und der Oberstein *b* ist, von einem zweitheiligen gusseisernen Ring *d* gehalten, fest auf das ebenfalls aus Guss bestehende Gehäuse *e* geschraubt. Wird Schärfen der Steine nöthig, so

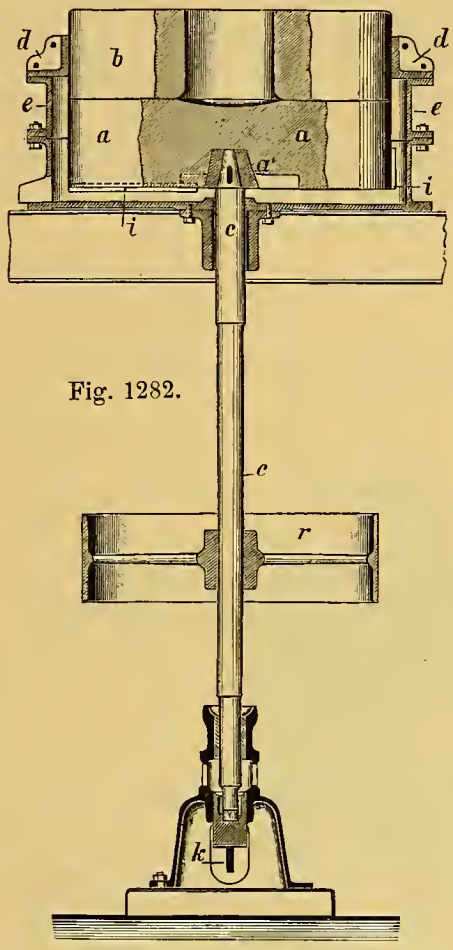



Fig. 1282.

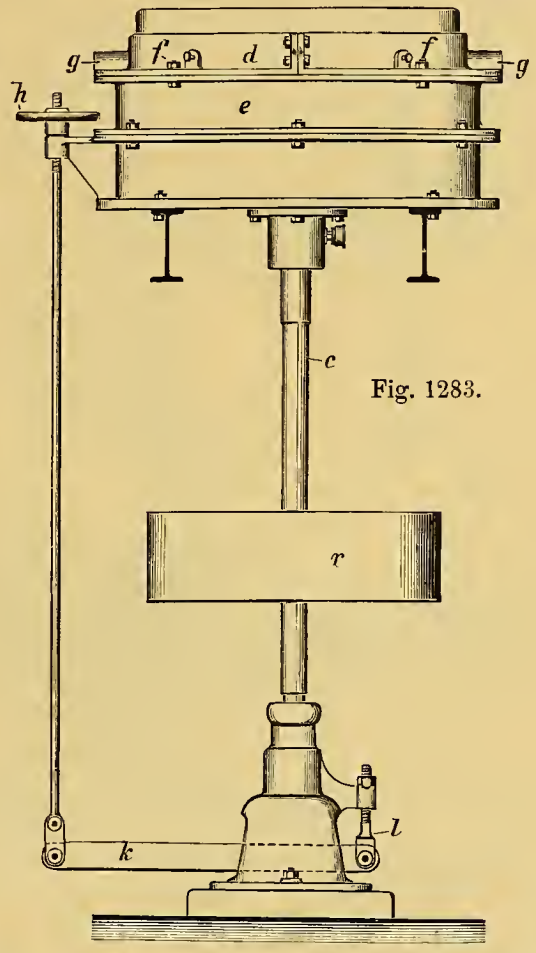



Fig. 1283.

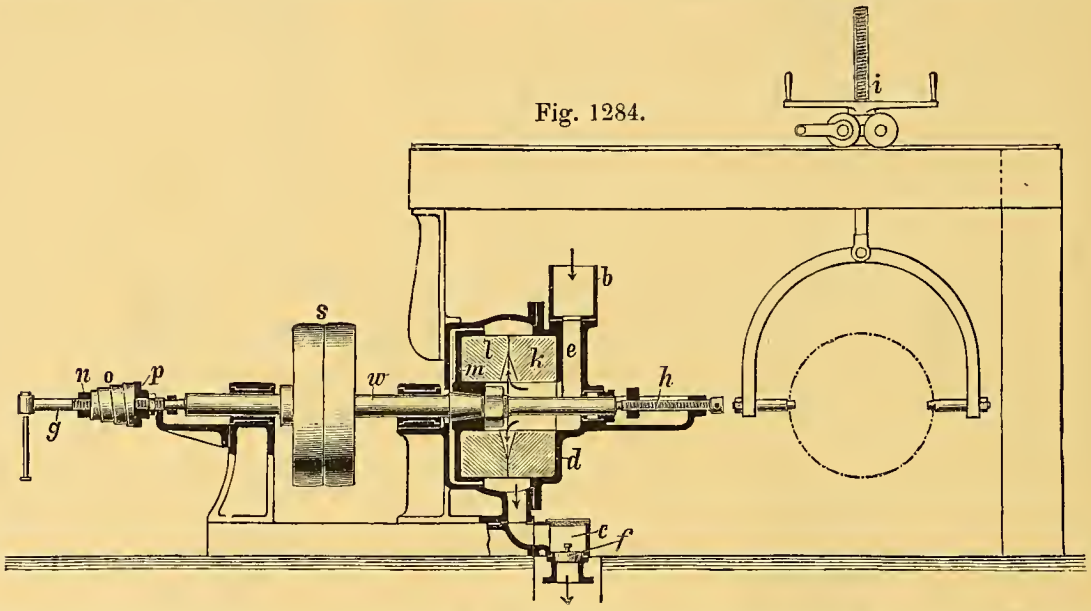
löst man die Schrauben *f* und hebt den Oberstein mit einem Krahn, der in die Hülsen *g* greift, in gewöhnlicher Weise ab. Um den Laufstein beim Schärfen freier zu haben, kann man auch den obern Theil des Gehäuses *e* abnehmen, was aber in der Regel nicht erforderlich ist.

Will man die Steine enger zusammenstellen, so dreht man Handrad *h* und Schraubenbolzen *l* und hebt dadurch mit der Tragschiene *k* die Welle *c* mit dem Laufstein *a*. Wenn aber der Laufstein soweit abgearbeitet ist, dass die Tragschiene *k* nicht weiter gehoben werden kann, also ihre höchstmögliche Lage erreicht hat, so bringt man den unbeweglichen Oberstein *b* in tiefere Stellung. Um dies thun zu können, löst man sämmtliche Schrauben des zweitheiligen

Ringes *d*, welcher den Stein *b* umklammert, so dass dieser frei auf dem Läufer *a* ruht. Sodann lässt man durch Drehen des Handrades *h* und des Schraubenbolzens *l* die Tragschiene *k* in ihre tiefste Lage zurückgehen und damit auch die beiden aufeinanderliegenden Steine *a* und *b* soweit sinken. Jetzt spannt man den Stein *b* wieder in Ring *d*, indem man dessen Schrauben in richtiger Reihenfolge wieder anzieht und die Zwischenräume mit Schwefel ausgiesst. Dieses Nachstellen ist viel einfacher als das Heben des Bodensteins und Neu-Einlassen der Haue beim Oberläufer-Mahlgang.

Der Stoff läuft durch die von keiner Haue und Welle beschränkte Oeffnung im feststehenden Oberstein viel leichter ein als durch die üblichen Oberläufer, fällt unmittelbar auf den kreisenden Unterläufer und vertheilt sich gleichmässig ringsherum. Hier kann auch kein Stoff über den Stein weg, also ungemahlen abfliessen wie bei Oberläufern. Das obere Halslager der Welle *c* bedarf keiner Stopfbüchse, da aller Stoff durch den sich drehenden Stein stets nach aussen geworfen wird.

Fig. 1284.




Diese Wirkung kann noch durch in den Stein gesetzte Flügel *i* erhöht werden. Als zweckmässig hat es sich erwiesen, den Steindurchmesser beim Unterläufer etwa 10 cm kleiner als beim Oberläufer zu nehmen und die Umdrehungszahl des erstern entsprechend zu erhöhen. Die Leistung beider Maschinen ist dann die gleiche bei etwas geringerem Kraftverbrauch des Unterläufers.

Besondere Sorgfalt muss man bei Mahlgängen mit Unterläufern auf die richtige Stellung der Mahlflächen zu einander verwenden, da der Druck zwischen denselben nicht wie bei Oberläufern durch das Gewicht des Steines begrenzt ist. Anderseits bietet ersterer den Vortheil, dass man stets mit gleichem Druck arbeiten kann, gleichviel ob die Steine durch Abnutzung an Gewicht verloren haben oder nicht. Ein sehr ruhiger Gang der Maschine wird erzielt, wenn man dieselbe, wie gezeichnet, unmittelbar mit einer Riemenscheihe *r* antreibt. Erlauben die örtlichen Verhältnisse dieses nicht, so können selbstverständlich auch Kegelräder angewandt werden.

E. Nacke, Maschinen-Fabrikant in Koetitz bei Coswig in Sachsen, baut die in Fig. 1284 in 1 : 50 der wahren Grösse im Aufriss-Durchschnitt dargestellte Feinmühle, von der in Fig. 1285 auch ein perspektivisches Bild gegeben ist. Der Stoff fliesst durch den am Deckel *d* sitzenden Kanal *e* und die Mitte des feststehenden Bodensteins *k* zwischen die Mahlflächen der beiden Steine *k* und *l* und zieht durch Kasten *c* und Ventil *f* ab. Der Kanal *e* ist oben zu einem Sammelkasten *b* ausgebildet, welcher durch Vermittlung des Einlaufs *a* (Fig. 1285) von der Förderpumpe stets voll gehalten wird. Der Bodenstein *k* ist in den Deckel *d* fest eingesetzt; der in die gusseiserne Scheibe gekittete Läufer *l* ist auf einen kegelförmigen Theil der Welle *w* gezogen und wird von einer Mutter in

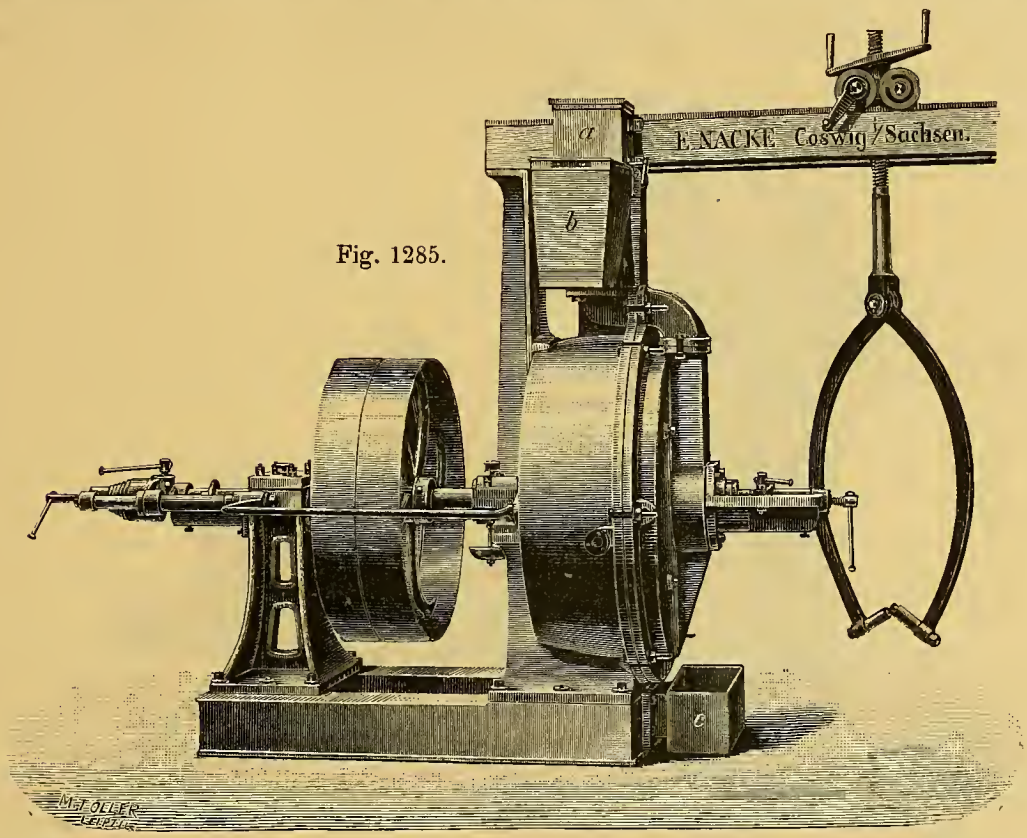


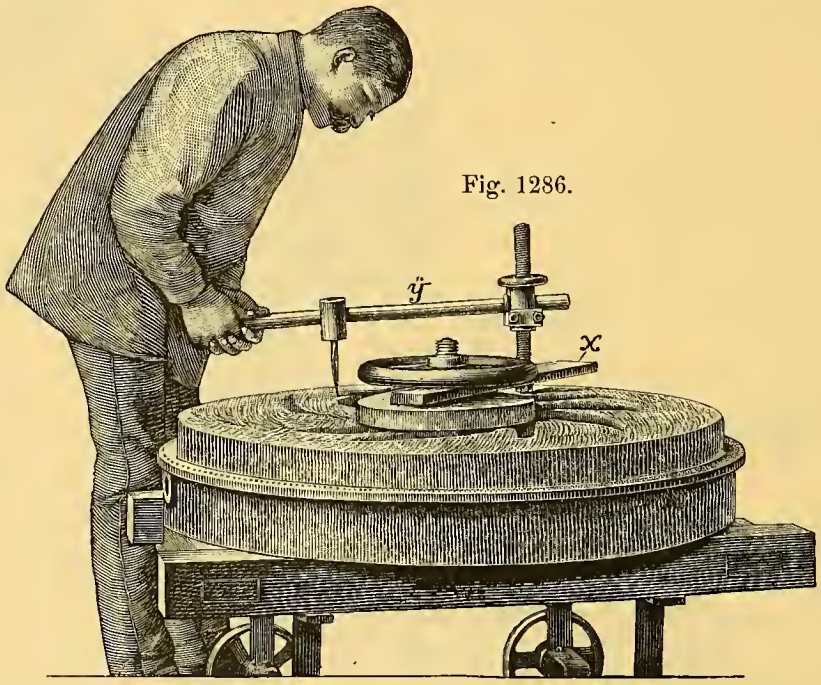

Fig. 1285.

dieser Lage erhalten. Welle *w* ist mit Fest- und Leerscheiben *s* versehen und macht 180 bis 200 Umdrehungen in der Minute. Die Mahlflächen werden dadurch in geeigneter Entfernung auseinander gehalten, also für die gewünschte Mahlung eingestellt, dass man Welle *w* mit zwei auf ihre Enden wirkenden Stellschrauben *g h* verschiebt. Stellschraube *g* drückt nicht unmittelbar auf Welle *w*, sondern durch Vermittlung der zwischen dem festen Bügel *n* und dem losen Bügel *p* eingespannten Feder *o*. Der bewegliche Bügel *p* ist mit Muttergewinde versehen, während *n* glatt ausgebohrt ist, sodass *g* darin gleitet. Die Spannung der Feder *o* lässt sich durch Zusammenschrauben oder Lösen nach Wunsch regeln und presst die Welle *w* nebst dem Läufer *l* gegen den Bodenstein *k* in solcher Weise, dass der Läufer nöthigenfalls, z. B. beim Eindringen eines

dicken Gegenstandes, nach rückwärts ausweichen kann. Die Stellung der Stellschraube *h* bestimmt die Grenze, bis zu welcher der Läufer *l* gegen den Bodenstein vordringen kann. Durch diese Einstellung soll man den Raum zwischen *l* und *k* auf $^1/_{100}$ mm genau mit einem Handgriff regeln und damit die Steine für jede gewünschte Faserfeinheit sicherer einstellen können, als mit den üblichen Mahlgängen.

Zum Auseinandernehmen der Feinmühle bedient man sich des Krahns *i*, dessen Endzapfen in Löcher fassen, die in Figg. 1285 und 1286 erkennbar sind, und legt damit die Steine auf den in Fig. 1286 gezeigten Wagen. Zum Behauen der Steine, nach den Seite 1267 in Fig. 1160 gezeichneten Kurven, wendet Herr Nacke die in Fig. 1286 dargestellte Einrichtung an. Ein starkes Flacheisen *x* wird auf dem Stein, um die Mitte drehbar, nacheinander in solchen Stellungen mit dem grossen Handrad befestigt, dass jedesmal eine Kurve gehauen werden

Fig. 1286.




kann. Auf der Schiene *x* sitzt nämlich im Mittelpunkt der Steinfurchen-Kreise eine senkrechte Spindel mit einer Nuss, die sich mit dem kleinen Handrad senkrecht darauf verstellen lässt. Um einen Zapfen dieser Nuss schwingt der Hebel *y*, dessen anderes Ende der Arbeiter hält. Wenn er dieses Ende mit dem darauf festgeklemmten Meisselhalter auf und nieder und gleichzeitig im Kreise bewegt, so haut der Meissel die Furche ein. Sobald diese tief genug ist, wird das grosse Handrad gelüftet, Schiene *x* um eine Furchentheilung weiter gedreht, wieder festgestellt, eine neue Furche gehauen usw. Diese aus dem Bedürfniss entstandene Einrichtung erleichtert das Hauen, bewirkt gleichmässige saubere Arbeit in kürzerer Zeit als von Hand und macht den Fabrikanten weniger abhängig von der Geschicklichkeit der Arbeiter, dürfte daher allgemein Anwendung finden.

Die Steine werden aus härtestem Sandstein genommen, der sich für Holzschliff und Stroh, sowie für andere Zellstoffe gleich gut eignen soll. In ihren

Hülsen befestigt man sie mit eingegossenem Schwefel. Der Kraftbedarf ist noch nicht genau ermittelt, lässt sich aber für Steine von 1 m Durchmesser auf 4 bis 6 Pferdestärken schätzen.

Wenn man einen Läufer und Bodenstein nebst zugehörigen Hülsen in Vorrath hat, so kann man diese Steine schärfen, während die Mühle arbeitet, und bei Bedarf in einer Stunde an Stelle der andern setzen.

**486. Kraft- und Holzbedarf.** Nach den auf Seiten 1300 bis 1304 gegebenen Erklärungen wenden die Amerikaner die einfachsten Einrichtungen zur Herstellung von Holzschliff an, haben garkeine Sortirung nach europäischer Art, vermeiden alle Räder und Vorgelege, arbeiten mehr auf Menge als Feinheit und sollten infolgedessen auch mit gleicher Kraft am meisten leisten. Ein dortiger Maschinen-Fabrikant führt (1894) zur Empfehlung seiner patentirten Schleifer das Ergebniss eines mehrwöchigen Betriebes an, wonach die Schleiferei durchschnittlich zur Erzeugung von 50 kg trocken gedachten Schliffs 3 Pferdestärken brauchte, also mit 1 Pferdekraft in 24 Stunden 16,6 kg lieferte. Man darf annehmen, dass hierbei alles zu Gunsten grosser Leistung gerechnet war, dass also die grösste bis jetzt erreichte Erzeugung 16,6 kg beträgt.

Anderseits gelten 5 Pferdestärken auf 50 kg in Deutschland als Durchschnittsverbrauch von Fabriken, welche den erzeugten Holzschliff in Pappen verwandeln und diese auch glätten. Dieser Satz von 10 kg Holzschliff in 24 Stunden auf 1 Pferdestärke kann somit als untere Grenze der Leistungsfähigkeit gelten.

Das Mittel aus diesen Leistungen ergiebt 4 Pferdestärken auf 50 kg in 24 Stunden, wie schon Völter vor 30 Jahren angab (Seite 1255), und zeigt, dass trotz aller Fortschritte die Leistung der Schleifereien nicht erheblich grösser geworden ist. Man kann nach wie vor als Durchschnitts-Ergebniss annehmen, dass mit 1 Pferdestärke in 24 Stunden 12,5 kg trocken gedachten Holzschliffs erzeugt werden.

Wenn bei der Fabrikation von Holzschliff keine Verluste entständen, müsste ein Festmeter (fm) Holz ebenso viele Kilogramm trocken gedachten Schliffs liefern als es in trockenem Zustand wiegt. Es ist desshalb von Werth, die Gewichte der verschiedenen zum Schleifen dienenden Holzarten zu kennen.

| | | | ganz frisch, | ganz trocken. |
|---|---|---|---|---|
| Ein Kubikmeter | Ahornholz | wiegt . . | 975 kg | 669 kg |
| „ „ | Aspenholz | „ . . | 800 „ | 544 „ |
| „ „ | Weisstannenholz | „ . . | 890 „ | 594 „ |
| „ „ | Fichtenholz | „ . . | 862 „ | 469 „ |
| „ „ | Kiefernholz | „ . . | 875 „ | 594 „ |

Auf Seite 1238 sind die Verluste angegeben, welche das Holz nach Rostosky's Versuchen bei den verschiedenen Verrichtungen der Schleifereien erfährt, und die für entrindete Hölzer 44 bis 65 pCt. ausmachen. Kiefernholz, welches annähernd ebensoviel Schliff ergiebt wie Fichte, ist dort mit nur 35, Fichte mit 52 pCt. Schliff aufgeführt, weil Rostosky den rothen Kern vor dem Schleifen aus den Kiefern entfernen liess.

Das in die Schleifereien gelangende Holz ist meistens weder ganz frisch, noch ganz trocken, sodass dessen Gewicht zwischen obigen Zahlen liegt, also für Fichte vielleicht um 600 kg das Fest- oder Kubikmeter. Das von Rostosky

gefundene Schliff-Ergebniss von 52 pCt. für Fichte würde dann von 300 kg aufwärts ausmachen — was mit der Erfahrung übereinstimmt.

In manchen Gegenden wird das Holz im Walde in Stämmen verkauft und dann nach Fest- oder Kubikmetern gemessen und berechnet. Anderwärts, und auch nach den Stärken des Holzes, wird dasselbe im Walde schon in 1 m lange Rundhölzer gehauen und so aufgesetzt, dass der davon eingenommene Raum leicht gemessen werden kann. Dann kauft man das Holz nach Raummeter, welches erfahrungsmässig je nach der Dicke und Gestaltung der Hölzer 70 bis 75 pCt. eines Festmeters enthält.

In Norwegen wird nach »Lod« = 50 Kubikfuss englisch gekauft, und dies Maass ermittelt man, indem man das Quadrat der mittlern Dicke des Stammes mit der Länge multiplizirt. Das berechnete Maass ist somit um nahezu $^1/_4$ grösser als das wirkliche, nämlich um soviel, als das Quadrat des Durchmessers grösser ist als die Kreisfläche. Die Preise passen sich selbstverständlich dieser Berechnung an, und die Norweger ersparen die Multiplikation des Durchmessers mit 3,1416.

Das Holz liefert um so mehr Stoff, je schöner es gewachsen, je freier von Aesten und Fehlern, je gesünder es ist, und je weniger bei der Verarbeitung davon verloren geht. Es ist desshalb unmöglich, eine bestimmte Zahl für das Ergebniss eines Festmeters zu finden. Nach den Erfahrungen vieler Schleifer kann man jedoch das Ergebniss des Festmeters deutscher Fichten zu 300 bis 390 oder, enger gefasst, von 320 bis 360 annehmen, den Durchschnitt zu etwa 340 kg. Will man sicher gehen, so darf man bei Vorausberechnungen nur rund 300 kg Schliff auf 1 fm rechnen. Da das Raummeter (rm) entrindetes Holz nur etwa 70 bis 75 pCt. davon enthält, so kann man dafür nur etwa 220 bis 295, durchschnittlich 250 kg und bei Vorausberechnungen das Mindestergebniss von 220 kg rechnen. Holz, welches mit der Rinde gemessen ist, ergiebt noch etwa 10 pCt. weniger. Tannen liefern etwa ebensoviel Schliff wie Fichten.

Die Kiefer ist harzreicher und ästiger als die Fichte, hat einen harten, dunkler gefärbten Kern und liefert desshalb weniger und etwas röthlichen Schliff. Dies wird jedoch dadurch ausgeglichen, dass 1 fm Kiefer, wie oben angegeben, viel schwerer, also viel dichter und fester ist als 1 fm Fichte. Diese grössere Festigkeit bietet auch Ausgleich für den dunklern Ton des Stoffes, sodass man das Ergebniss der Kiefern an Gewichtsmenge und Güte dem der Fichte gleichstellen kann.

**487. Bleichen von Holzschliff.** Seit Erfindung der Schleiferei hat man sich bemüht, dem Holzschliff eine weissere Farbe zu geben als er von Natur hat. Das erste im Grossen ausgeführte Verfahren dieser Art beruhte auf der bleichenden Wirkung von schwefliger Säure, welche man durch Verbrennen von Schwefel erzeugte. In Nr. 28, Jahrgang 1880 der Papier-Zeitung ist dasselbe beschrieben. Die gasförmige schweflige Säure bewirkte nur schwache Aufhellung der Farbe, und diese war nicht einmal beständig. Wenn der Holzschliff Zeit dazu hatte, verlor er die angenommene Weisse, d. h. wurde wieder so wie er vor dem Bleichen war, und es scheint, dass die aufgenommene Schwefligsäure entweder verdunstete oder sich so veränderte, dass ihre bleichende Wirkung verschwand. Der Erfolg war jedenfalls zu schwach im Verhältniss zu den Kosten, und das Verfahren wurde überall aufgegeben.

Bleichen mit Chlorgas soll auch versucht worden, aber zu theuer befunden sein. Auch wurde damit keine schöne Weisse, sondern nur ein gelblicher Ton erzielt. Viele andere Verfahren wurden probirt und wieder aufgegeben.

Seit Einführung des Sulfitverfahrens werden jedoch doppeltschwefligsaurer Kalk und doppeltschwefligsaures Natron mit Erfolg dazu benützt.

Wo doppeltschwefligsaurer Kalk zur Verfügung steht, dient dieser vielfach zum Aufhellen der Farbe, indem man Sulfitlauge im Holländer zusetzt. Da diese jedoch nicht käuflich ist, so bedienen sich viele Fabriken des doppeltschwefligsauren Natrons, welches stets in grossen Mengen erhältlich ist und sich wegen seines hohen Gehalts an Schwefligsäure sehr gut dazu eignet. Die Lösung besteht bei einer Konzentration von 38° B. aus:

26—28 pCt. gebundener Schwefligsäure
3—3½ „ freier „
22 „ Natron.

Um damit zu bleichen, stapelt man den Holzschliff, welcher von der Schleiferei mit 35—40 pCt. Trockengehalt meist in Pappenform geliefert wird, in einem Stoffkasten so auf, dass die einzelnen Lagen senkrecht und schichtweise unter einem Winkel von 90° aufeinander stehen. Ist der Stoffkasten auf diese Weise mit Holzschliff gefüllt, so wird aus einem über demselben befindlichen Behälter auf 100 kg trockenen Stoff 2,5 kg konzentrirte Bisulfitlösung, mit 20—30facher Wassermenge verdünnt, durch eine Rohrleitung, welche am Boden des Kastens einmündet, zugeführt. Diese Zuleitung soll verhältnissmässig langsam stattfinden, damit die über dem Boden des Kastens und zwischen den Pappen befindliche Luft Zeit hat auszutreten.

Sobald die Lösung über die obersten Schichten steigt, unterbricht man die Zuleitung und überlässt die Holzstoffmasse 24 Stunden, oder auch noch länger, sich selbst. Dabei findet nach und nach in allen Schichten eine nahezu vollständige Aufsaugung des Natrium-Bisulfits statt, und gleichzeitig verschwindet langsam der penetrante Geruch von freier schwefliger Säure. Diese wirkt nämlich sofort auf die Inkrusten des Holzes, und es erfolgt eine Umsetzung derselben, namentlich werden die bräunlichen Farbstoffe in helle, lichte Verbindungen übergeführt, so zwar, dass sich der ursprünglich fahl aussehende undurchsichtige Holzschliff in eine weisse durchscheinende Fasermasse umwandelt. Gleichzeitig geht auch eine Zersetzung der freien schwefligen Säure vor sich.

Ein grosser Theil der letztern befindet sich jedoch in gebundenem Zustande, nämlich in Verbindung mit dem Natron, und man muss, um das doppeltschwefligsaure Natron auszunützen, auch diese frei setzen — was jedoch in vielen Fällen nicht geschieht. Bei einem der vielen Verfahren, welche man hierzu anwenden kann, und welches sich bewährt, verfährt man folgendermaassen:

Die vom Holzschliff nicht aufgesaugten, in Natriumsulfit oder einfach-schwefligsaures Natron umgewandelten Flüssigkeitsmengen werden von einer Pumpe durch das Zuflussrohr entweder in den Lauge-Behälter zur Wiederverwendung zurückgepumpt, oder, wo die Einrichtung so getroffen ist, in einen darunter befindlichen, mit Holzschliff gefüllten Stoffkasten abgelassen. In den jetzt von Flüssigkeit leeren Kasten wird aus einem zweiten Behälter soviel starke Lösung einer Säure auf die mit Natrium-Bisulfit getränkte Holzmasse abgelassen, als zur

Ausscheidung der gebundenen Schwefligsäure genügt. Dies geschieht aber nur, wenn die Anlage wie oben geschildert eingerichtet ist. Bei 2 oder 3 übereinanderliegenden Stoffkasten läuft die verwendete Flüssigkeit aus einem Kasten in den andern und kann dann erst im letzten vollständig ausgenutzt werden. Die hierzu verwendeten Säuren sind: Schwefelsäure, Salzsäure, Oxalsäure, oder besser schwefelsaure Thonerde, weil erstere der nachfolgenden Leimung störend entgegenwirken.

Die infolge der Einwirkung genannter Säuren frei werdende Schwefligsäure aus der im Holzschliff noch vorhandenen Natriumsulfit-Lösung wirkt ebenfalls auf die Inkrusten des Holzes und erhöht die Ausnutzung des ursprünglich verwendeten Bisulfits. Nach 6 bis 8 Stunden ist die Zersetzung des Natriumsulfits erfolgt. Nach Ablaufen oder Abpumpen der Flüssigkeit ist der Holzschliff gebleicht und kann seiner weitern Verwendung zugeführt werden. Die aus dem ersten Holzschliff-Kasten durch die Pumpe in den Laugen-Behälter zurückbeförderte Sulfit-Lösung wird durch einen Zusatz von Bisulfit-Lösung verstärkt und aufs Neue in Gebrauch genommen. Falls der zu bleichende Holzschliff Eisengehalt zeigen sollte, so empfiehlt sich die Anwendung von Oxalsäure, da letztere ebenfalls die Leimung nicht stört.

Das oben erwähnte Natriumbisulfit wird zur Zeit (1894) in Deutschland und Oesterreich aus chemischen Fabriken zum Preise von 14 bis 15 M. für 100 kg Lösung bezogen, bei einer Konzentration von 38° B. Nach der Erfahrung einer mit dem beschriebenen Verfahren arbeitenden Fabrik kostet das Bleichen von 100 kg Holzschliff nebst den damit verbundenen Arbeitslöhnen usw. 70 bis 80 Pf.

Die dem Verfasser vorgelegten Proben solchen gebleichten Holzschliffs zeigen bedeutend erhöhte Weisse, und schöne Schreibpapiere mit 50 pCt. gebleichtem Holzschliff lassen kaum erkennen, dass sie Schliff enthalten. Beim Betupfen mit Schwefel-Salpetersäure bräunt sich das Papier kaum und zeigt, dass das Holz eine erhebliche Umwandlung erfahren hat, dass seine leicht veränderlichen Inkrusten in beständigere Verbindungen umgewandelt sind.

Fabrikanten, welche Sulfitstoff herstellen, leiten, wie weiterhin in den Abschnitten über das Sulfitverfahren beschrieben wird, die aus den Kochern abgeblasenen Gase in Natronlauge und verwenden das entstehende doppeltschwefligsaure Natron zum Bleichen von Holzschliff. Sie legen zu diesem Zweck eine etwa 10 cm hohe Schicht flockenförmigen Holzschliffs in einen Stoffkasten, bespritzen denselben mit der erwähnten Lauge, tragen eine zweite Lage Schliff ein, bespritzen auch diese und bedecken den in solcher Weise mit eingespritztem Stoff gefüllten Kasten. Nach einigen Tagen zeigen kleine entnommene Proben, dass der Stoff merklich weisser geworden ist. Holzschliff, welcher in solcher Weise behandelt wurde, hält sich lange unverändert und zeigt auch nach Monaten keine von den Pilzen, die sich später als schwarze Punkte im Papier bemerkbar machen.

Andere Fabrikanten lassen den Holzschliff einfach mit doppeltschwefligsaurem Kalk oder Natron getränkt in Stoffkasten liegen, bis er die gewünschte Weisse erlangt.

Jedenfalls muss derselbe aber dann durch sorgfältiges Waschen von der schwefligen Säure wieder befreit werden. Da sich die höhere Weisse, welche der Schliff auf diese Art erhalten hat, leicht wieder vermindert oder gar verliert, wenn der Stoff lange an der Luft liegt, und die aufgenommene Schwefligsäure Gelegenheit zum Entweichen findet, so empfiehlt es sich, denselben ohne Verzug zu verarbeiten.

**488. Verarbeitung von Holzschliff.** Holzschliff, welcher feucht zur Verarbeitung gelangt, also noch 50 bis 70 pCt. Wasser enthält, lässt sich ohne Schwierigkeit im Holländer auflösen. Wenn er gut geschliffen ist, bedarf er keines weitern Mahlens, sondern kann dem im Holländer befindlichen, aus andern Rohstoffen hergestellten Zeug beigemischt werden. Soll das Papier zum grössten Theil aus Holzschliff bestehen, so wird man denselben gleich mit den andern Stoffen eintragen müssen, damit er sich gründlich mit diesen vermischt, und der Holländer die nöthige Füllung erhält.

Fig. 1287.

Fig. 1288.

Wenn Holzschliff von weither bezogen wird, erhält man ihn meist in Form trockener, dicker Pappen, die zerkleinert werden müssen, ehe man sie in den Holländer geben kann. Zu diesem Zweck weicht man sie zunächst, senkrecht stehend, in mit warmem Wasser gefülltem Bottich auf und bringt sie, in Stücke zerrissen, auf daneben stehende Kollergänge, von denen sie mit mehr Wasser genässt, in wenig, höchstens 15 Minuten zu Brei zerquetscht werden. Ausser den auf Seiten 498 bis 511 beschriebenen Kollergängen hat sich der in Figg. 1287 bis 1291 dargestellte für diese Arbeit gut bewährt. Derselbe wird seit Anfang der neunziger Jahre von der Maschinenfabrik A. Gutmann in Frankfurt a. O. gebaut und ist, wie der Seite 509 wiedergegebene, mit einer Art von Grundwerk versehen.

Die steinernen Läufer *S* rollen in einer Guss-Schaale *A*, Figg. 1290/91, welche in der Lauffläche *b* der Steine mit einer Vertiefung versehen ist. In dieser sind Hartgussstäbe *a* von der in Figg. 1288 und 1289 dargestellten Art so befestigt, dass ihre Oberfläche das in Fig. 1287 skizzirte Schachbrett zeigt, dessen Ecken in der Arbeits- oder Laufrichtung der Steine liegen. Die hellen, freibleibenden Quadrate (siehe Querschnitt Fig. 1288) sind mit weicherer Metall-Legirung ausgefüllt. Bei der Arbeit wird das weichere Metall der hellen Zwischenräume etwas zurückgedrängt und lässt die dunkeln Hartgusstheile vorstehen. Die Steine sollen infolgedessen nie gleiten und die Kollergänge viel mehr leisten. Die Abnutzung soll nach sechsjährigem ununterbrochenem Betrieb kaum merkbar und das Einlaufen der Läufer in den Bodenstein völlig vermieden sein.

Von allen versuchten Läufer-Trägern haben sich die in Fig. 1291 dargestellten mit Schleppkurbeln *d*, bei denen jeder Läufer vom andern unabhängig ist, am besten bewährt. Die stählernen Schleppkurbeln sind aus einem Stück angefertigt.

Die Läufer werden nicht durch Eingiessen von Blei oder Schwefel auf ihren Buchsen *f* befestigt, sondern mit genügend grossen Klemmscheiben *g*, welche durch vier leicht nachziehbare Bolzen *h* miteinander verbunden sind. Die Schmiere kann nicht in den Stoff laufen, sondern wird in Gehäusen *k* aufgefangen.

Der fertig gekollerte Stoff fällt nach Herausziehen des Schiebers *c* aus der Wanne *A* in einen Wagen. Die waagerechte Antriebwelle des Vorgeleges wird so lang gemacht, dass die Riemscheiben weit ab liegen, und der Kollergang unbehindert ringsum bedient werden kann.

Fig. 1289.

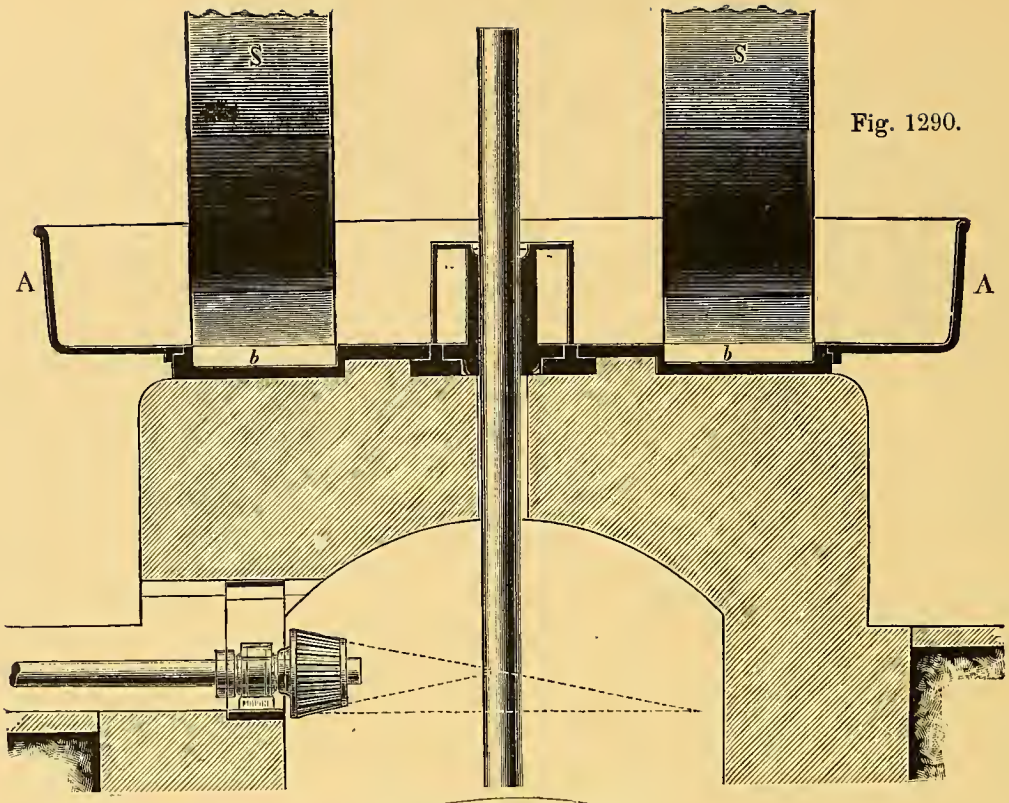



Fig. 1290.

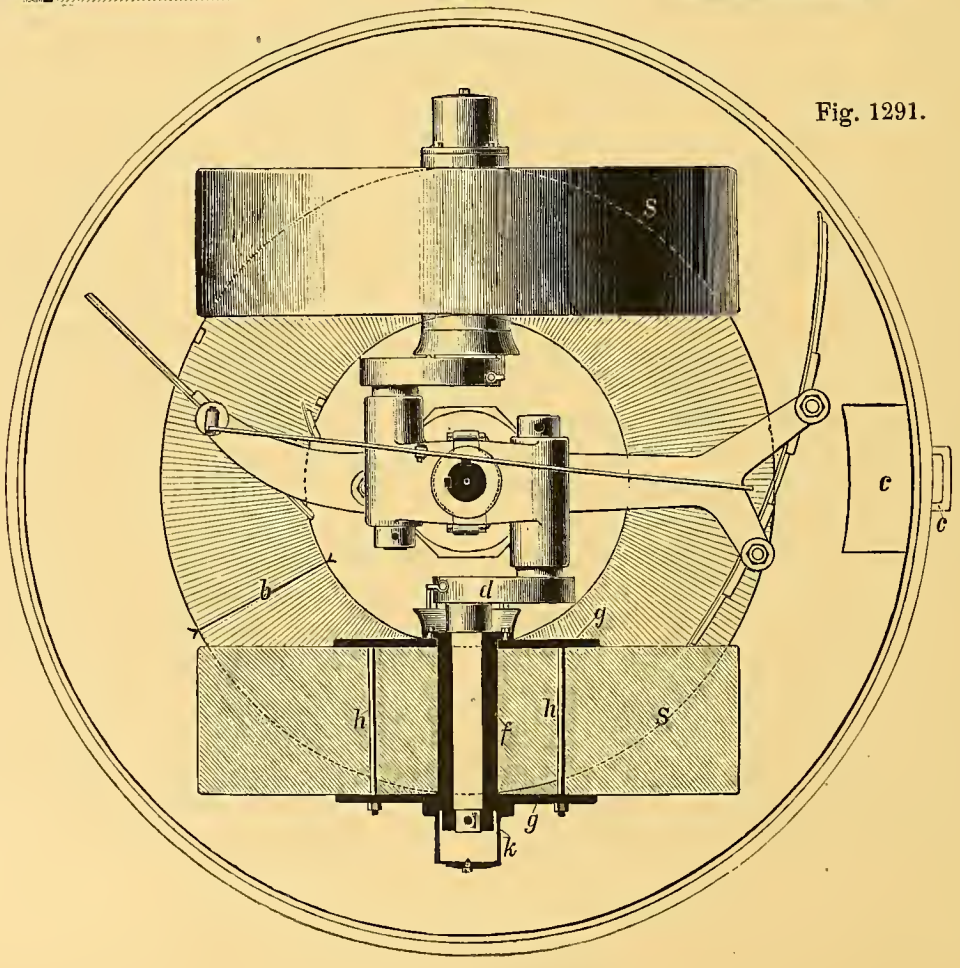



Fig. 1291.

Seit Anfang der neunziger Jahre baut die Maschinenfabrik Germania vorm. Schwalbe & Sohn, Chemnitz, den in Figg. 1292 und 1293 in Schnitten in 1 : 40 der wahren Grösse und in Fig. 1294 perspektivisch dargestellten **Stoffreisser,** von dem 1894 schon 13 in Gebrauch waren.

Das Zerreissen erfolgt durch Trommel *T,* welche mit 4 Reihen Schlagstiften oder Zähnen *t* besetzt ist. Wenn Trommel *T* von der Antriebsscheibe *S* in Drehung gesetzt wird, gehen die Zähne *t* an dem feststehenden Messer *M* vorbei und reissen Stücke von den dort eintretenden Pappen ab. Die vier Reihen Zähne *t* sind um so viel gegeneinander versetzt, dass bei einer Umdrehung der Trommel *T* jeder Theil des Messers *M* von einem Zahn bestrichen wird. Das Messer *M* ist

Fig. 1292.

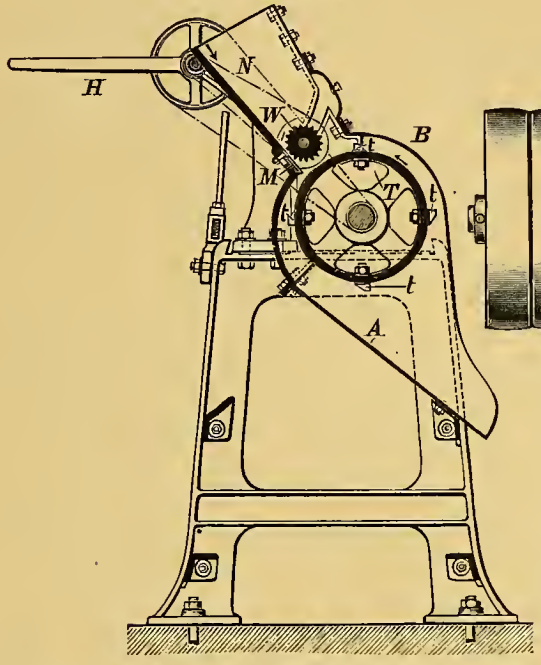
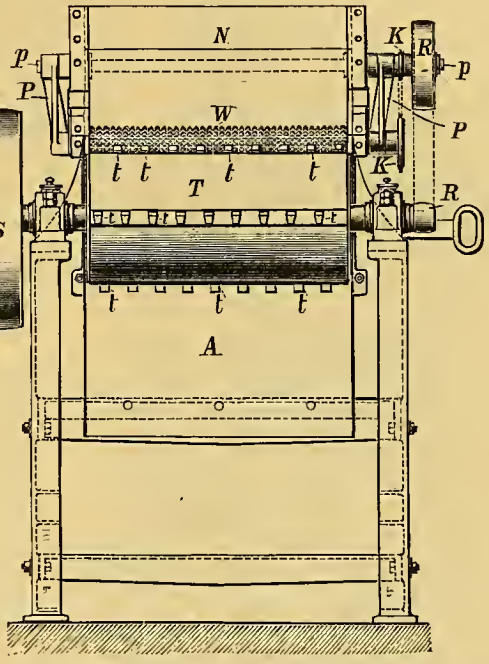



Fig. 1293.



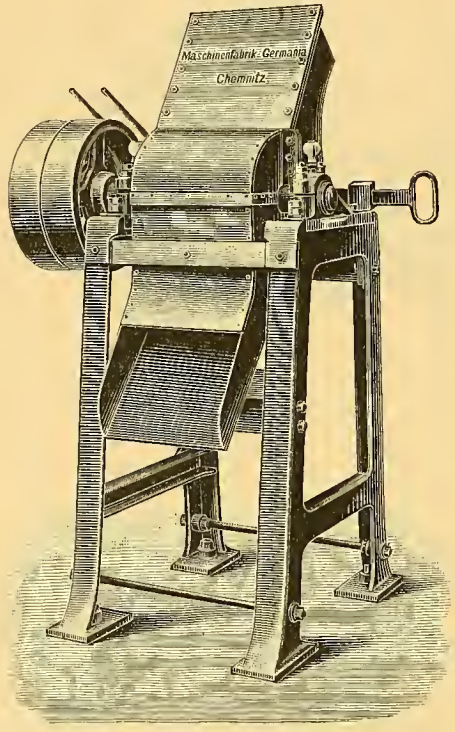

in dem Speisetrog *N* mit Schrauben nachstellbar befestigt, damit es stets in richtige Entfernung von den Zähnen *t* gebracht werden kann. Die in der Pfeilrichtung eingebrachten Stoffpappen werden von einer Speisewalze *W* erfasst und vorgeschoben. Letztere ruht auf Armen *P* und erhält von der Trommelwelle durch Riemscheiben *R* und Kettenräder *K* beständigen Antrieb. Mit Hebeln *H* kann man Welle *p* und damit die Arme *P* so drehen, dass Walze *W* gehoben und gesenkt wird, wie es zum Vorschub der Pappen erforderlich ist. Die Stacheln der Speisewalze drücken sich in den Stoff ein und schieben ihn regelmässig auf dem Messer *M* den Zähnen *t* der Trommel zu. Rumpf wie Trommel sind mit einer Blechhaube *B* versehen, an welche sich die Auslaufrinne *A* für den gerissenen Stoff schliesst. Trommel mit Rumpf ruhen auf zwei kräftigen Ständern, welche unter sich durch Traversen versteift sind. Scheibe *S* macht 300, Welle *p* nur 100 Umdrehungen in der Minute. Stoffreisser von 300 mm Arbeitsbreite sind in Deutschland und Oesterreich in Anwendung und zerreissen in 1 Stunde:

Holzschliff, nass, in Paketen 3000 kg, — trockene Pappen etwa 1000 kg, — Zellstoff, mit 40 pCt. Wassergehalt, 1000 kg.

Die Skandinavier wollen ihre Pappen nicht brechen, sondern in voller Breite einführen, und nehmen desshalb Stoffreisser von 700 mm Messerbreite wie der in Fig. 1293 dargestellte, die auch verhältnissmässig mehr leisten.

Der Stoffreisser zerkleinert die Stoffpappen so, dass sie ohne weiteres vom Holländer weiter verarbeitet werden können. Er leistet die Arbeit mit wenig Triebkraft, entlastet sowohl den Stoffmüller als auch die Holländer, und wird sich desshalb besonders da nützlich erweisen, wo viele trockene Stoffpappen zur Verwendung kommen.

Fig. 1294.




Holzschliff nimmt Farben gut an und lässt sich auf der Papiermaschine auch leicht verarbeiten, da er das Wasser auf dem Sieb besser entweichen lässt als viele andere Faserstoffe, und weil er das Ankleben an der obern Walze der ersten Presse hindert. Holzschliff hat diese Eigenschaft in so hohem Maasse, dass man häufig einem Stoff, welcher hartnäckig an der obern Presswalze festklebt, nur etwas davon zuzusetzen hat, um die Schwierigkeit völlig zu beseitigen.

Holzschliff ist zwar schon auf Langsiebmaschinen allein zu Papier verarbeitet worden, ergiebt aber nur schwaches, leicht zerreissbares Erzeugniss, welches sich seiner geringen Festigkeit wegen schwer über die Maschine führen lässt. In den achtziger Jahren kam auch eine patentirte Maschine zur Herstellung von Papier aus Holzschliff allein in Gebrauch, auf welcher die Papierbahn nur mit heisser Luft und ohne Zerrung getrocknet wurde. Alle diese Versuche wurden jedoch aufgegeben, weil es billiger und vortheilhafter ist, dem Holzschliff 10 bis 20 pCt. festen Stoff beizumischen und dadurch festeres, brauchbareres Papier zu machen, als mit Aufwendung grosser Kunst und viel Ausschuss-Ergebniss minderwerthiges Fabrikat herzustellen. Der Zusatz festen Stoffes verursacht auch weder Mühe noch grosse Mehrkosten seitdem Sulfitzellstoff, der sich dazu sehr gut eignet, zu mässigen Preisen hergestellt oder gekauft werden kann.

Das im Holz befindliche Harz zeigt sich vielfach in lästiger Weise im Holzschliff. Es verschmiert die Siebe der Sortirer, wie Seite 1237 erwähnt, und in noch höherem Grade die Langsiebe der Papiermaschinen. Wie man diese davon befreien kann, ist Seite 652 angegeben. Obwohl das Harz nicht nur bei der Verarbeitung lästig ist, sondern sich auch im Papier durch die bekannten durchscheinenden Harzflecken zeigt, ist noch kein Mittel zu dessen völliger Beseitigung bekannt geworden. Mittels sorgfältiger Arbeit, Reinlichkeit usw. lässt sich jedoch der dadurch entstehende Schaden so vermindern, dass er nicht mehr deutlich im Papier bemerkbar ist. Wenn das Holz im Winter gefällt, womöglich sofort oder

bald entrindet und mindestens einige Monate gelagert wird, so erfährt sein Harz durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft solche Veränderung, dass es sich wenig oder garnicht mehr bemerkbar macht.

**489. Versandt und Aufbewahrung von Holzschliff.** Der von der Abpress- oder Cylinder-Maschine in Pappenform oder als Schabstoff abgenommene Holzschliff enthält meist noch 60 bis 70 pCt. Wasser, also nur 40 bis 30 pCt. trockene Masse. Da sich der Stoff in solch nassem Zustande leicht im Holländer auflöst und vertheilt, so wird er ohne weitere Trocknung auf nicht allzu grosse Entfernungen meist in Säcken versandt, obwohl beinahe zwei Drittel der Fracht für Wasser bezahlt werden müssen.

Die Entwässerung in Spindel- oder hydraulischen Pressen, wobei der Stoff in grobe Hanfgewebe gehüllt ist, verursacht viel Handarbeit und ist desshalb durch die Abpress-Maschinen verdrängt. Nur in Fällen, wo man ohne Verdampfen des Wassers möglichste Entwässerung erreichen will, wird der von der Abpress-Maschine gelieferte Stoff in Pressen weiter entwässert. Dann sollte man aber hydraulische Pressen anwenden, weil mit diesen stets gleich starker Druck gegeben, also gleichmässig entwässerte Waare geliefert werden kann, was mit Spindel-Pressen nicht möglich ist. Da man aber durch Abnehmen des Stoffes in Bogendicke d. h. als Schabstoff von der Abpress-Maschine und nachheriges hydraulisches Auspressen einen Trockengehalt von höchstens 50 pCt. erzielen kann, so ist es vortheilhafter, durch Anwendung genau gearbeiteter Walzen und starken Drucks möglichst viel, d. h. bis zu 40 pCt. Wasser schon auf der Maschine zu entfernen und die anderen höchstens 10 pCt. darin zu belassen.

Wenn jedoch bis zu 50 pCt. Wasser ausgepresst werden sollen, so empfiehlt es sich, dass man die Abpress-Maschine mit mehreren Pressen von wachsendem Druck versieht und ohne weitere Handarbeit die völlige Entwässerung bis auf 50 pCt. zu erreichen sucht. Es ist kaum zweifelhaft, dass dies gelingen würde, wenn man die Abpress-Maschine mit ähnlicher Pressen-Folge versähe, wie man sie bei grossen endlosen Papier- und Pappen-Maschinen hat.

Die zum Versandt dienenden Säcke werden in den Papierfabriken vielfach verunreinigt, auf Haufen zusammengeworfen, wobei die feuchten Säcke »ersticken«, d. h. schimmlig werden. An denselben bleibt alter Stoff hängen, welcher dann den frischen wieder verunreinigt. Wo sie angewandt werden, müssen sie vor dem Gebrauch gut ausgetrocknet, umgewendet, ausgeklopft oder ausgebürstet, auch von Zeit zu Zeit gewaschen werden. Es ist zweckmässiger, den Stoff ähnlich wie Papier in leichten Packstoff ballenförmig zu packen und die Packung nach Uebereinkunft dem Papier-Fabrikanten zu überlassen.

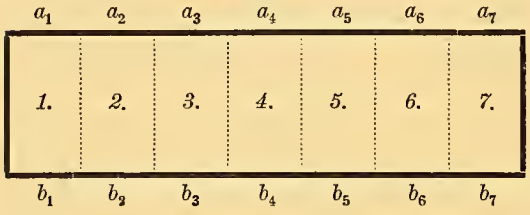
Es ist zu empfehlen, den Holzschliff in diesem nassen Zustand nicht länger als unvermeidlich frei lagern zu lassen, da er sonst an Frische und Farbe verliert und manchmal sogar durch Pilzbildungen ganz verdorben wird. Die Pilze zeigen sich nämlich in dem aus dem Holzschliff hergestellten Papier als schwarze Punkte und bei vorgeschrittenem Wachsthum in grosser Menge.

In den Monaten, wo die Flüsse viel Wasser führen, die Schleifereien daher mit voller Kraft arbeiten, wird meist mehr Stoff angefertigt, als sofort verbraucht werden kann, während in trockener Jahreszeit die Erzeugung vielfach auf die Hälfte und viel weniger herabgeht. Da Holzschliff wie andere Waare in

Zeiten des Ueberflusses billig, bei Mangel aber theuer ist, so hat jeder Fabrikant den Wunsch, die in nasser Zeit erhaltene Mehrerzeugung so aufzubewahren, dass sie in trockener Zeit Verwendung finden kann. Vollständige Trocknung des Stoffes durch Verdampfen seiner 60 bis 70 pCt. Wasser ist kostspielig und hat zur Folge; dass man den gedörrten Schliff, um ihn später zu verwenden, durch Einweichen und Kollern wieder auflösen muss.

Zur Aufbewahrung feuchten Schliffs während einiger Monate genügen leicht gebaute Bretterschuppen, die so angelegt sein sollten, dass der älteste Stoff stets zuerst zum Verbrauch oder Versandt kommt. Nach einem in Nr. 13 der Holzstoff-Zeitung gemachten Vorschlag sollte ein solches Lagerhaus nach Art des in Fig. 1295 skizzirten Grundrisses eingetheilt sein. Der Schuppen muss so nahe bei der Schleiferei liegen, dass die Arbeiter den Stoff unmittelbar von der Pappenmaschine hineinbringen können. Durch Lattenwände ist derselbe in Kammern 1 bis 7 getheilt, deren jede 6 Wagenladungen von 10000 kg feuchten, dicht geschichteten Stoffs fasst. Derselbe wird durch Thüren $a_1$ bis $a_7$ eingebracht und durch Thüren $b_1$ bis $b_7$ herausgenommen. Alle Thüren gehen nach aussen auf. Wenn man anfängt, Abtheilung *1* durch Thür $a_1$ zu füllen, so wird der zuerst eingetragene Stoff vor der Ausgangsthür $b_1$ aufgeschichtet, und dies ist auch derjenige, welchen man zuerst wegnimmt. Fährt man in gleicher Weise fort, Abtheilungen *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7* durch Thüren $a_2$ bis $a_7$ zu füllen und durch $b_2$ bis $b_7$ zu entleeren, so reicht der Schuppen, da er 42 Bahn-Wagenladungen fasst, für einen monatlichen Versandt oder Verbrauch von 21 Wagen aus, wenn der Stoff durchschnittlich zwei Monate lagert. Bei grösserem Umsatz muss der Schuppen verhältnissmässig grösser werden.

Fig. 1295.




Will man Holzschliff erheblich längere Zeit lagern, so muss er in anderer Weise behandelt oder aufbewahrt werden. Rollt man z. B. die Stoffbahn mit möglichst wenig Druck auf die Formatwalze und bringt sie in $1^1/_2$ bis 3 mm dicke lockere Pappen, die bei mässiger künstlicher Wärme, oder besser an der Luft, ohne weitere vorherige Pressung getrocknet werden, so lösen sich diese nach 4 bis 5 Jahren ebenso leicht auf wie frisch erzeugter Schliff. Zu solcher Trocknung genügen, nach der Erfahrung des Herrn Christian Braun in Rochsburg i. Sachsen, offene Schuppen und atmosphärische Luft, und die dadurch entstehenden Kosten belaufen sich nach seiner Angabe auf nur 30 bis 45 Pf. für 100 kg trockenen Stoff.

Die Aufbewahrung von Holzschliff in Gruben stellt sich jedoch noch viel billiger und lässt sich überall ausführen, wo ausreichend Platz vorhanden ist. Da der Stoff vor Verunreinigung geschützt werden muss, so mauert man die Gruben aus, oder täfelt Boden und Wände mit Brettern. Herr Braun berichtete im November 1892, dass er infolge früherer gelungener Versuche anfangs 1888 zwei grosse, 5 bis 6 m tiefe ausgemauerte Gruben mit Stoff gefüllt und diesen erst im Oktober 1892, also nach $4^3/_4$ Jahren verarbeitet habe. Der Stoff wurde 1888 in einfachster Weise durch Rinnen in die Gruben geleitet, das Wasser sickerte nach und

nach in den Boden, der Stoff setzte sich und wurde allmälig dichter, blieb aber doch so, dass man ihn nach beinahe 5 Jahren mit Schaufel und Spaten hantiren konnte, war so gut wie frisch geschliffener und hätte sich noch länger aufbewahren lassen.

**490. Holzmehl.** Die Feinmühle, der Raffineur, zermahlt die Fasern zu Mehl, liefert also eine faserlose Masse, die in kleiner Menge in Gesellschaft mit einer grossen Mehrheit längerer Fasern zur Herstellung von Papier dienen kann, für sich allein aber nicht dazu geeignet wäre. Die Holzschleifer bemühen sich desshalb, so zu schleifen, dass die Feinmühle möglichst wenig zu leisten hat, und betrachten deren Ergebniss als nothwendiges Uebel, weil sie solche Theile des Holzes verarbeitet, die sonst — wie zur Zeit bei den Amerikanern — verloren gingen.

In Sägemühlen und andern Holzverarbeitungs-Anlagen ergeben sich häufig grosse Mengen Holzabfälle, Sägemehl und dergl., für die sich keine Verwendung findet, und die man desshalb in ein verkäufliches, wenn auch geringwerthiges Erzeugniss verwandeln möchte. Da dieselben ihrer Kleinheit wegen nicht verschliffen werden können, so verarbeitet man sie manchmal in Mahlgängen und stellt daraus Holzmehl her. Diese Bezeichnung sagt schon, dass man die Holztheilchen ähnlich wie Getreide durch Sortirung mittels Siebtrommeln und dergl. von fremden Beimischungen befreien und dann trocken dem Mahlgang zuführen muss. Das erhaltene Holzmehl kann dann auch wie Getreide-Mehl gesichtet werden.

Da die erforderliche Einrichtung von der Art des verfügbaren Rohstoffs und der Verwendung des erzeugten Holzmehls abhängt, so lassen sich nur die vorstehenden allgemeinen Angaben dafür machen. Dieselben müssen in jedem einzelnen Falle den Verhältnissen angepasst werden.

Holzmehl eignet sich seiner faserlosen Natur wegen nicht zu Papier, mag aber in Verbindung mit Faserstoffen zu dicken Pappen Verwendung finden. Vielleicht eignet es sich auch anstelle von Holzschliff zur Herstellung plastischer Erzeugnisse wie Stuck und dergl.

Diese ausnahmsweise Verwendung hat zur Folge, dass Holzmehl keine marktfähige Waare ist.

### b) DAMPFHOLZSCHLIFF ODER BRAUNHOLZSCHLIFF.

**491. Geschichte.** Herr Kommerzienrath Moritz Behrend, der 1868 vom damaligen Grafen (später Fürsten) von Bismarck Land und Wasserkraft auf dessen Gut Varzin in Pommern pachtete und zunächst die Holzschleiferei Fuchsmühle, die mittlere der jetzigen drei Varziner Anlagen, errichtet hatte, erfand 1869 diese Art der Verarbeitung von Holz. Er kam zufällig darauf, als er dort Versuche zur Erzeugung von Natronzellstoff nach den Mittheilungen anstellte, welche über das in Amerika und England schon geübte Verfahren in die Presse gedrungen waren. Um leichtere Einwirkung des Natrons auf das Holz oder eine Ersparniss an der zur Aufschliessung nöthigen Menge Natron zu erzielen, versuchte er die Holzspäne zuerst in reinem Wasser unter einem Druck von 10 Atmosphären zu kochen. Der beabsichtigte Zweck wurde jedoch nicht erreicht, das Holz kam als dunkelbraune, zwischen den Fingern leicht zerreibliche Masse aus dem Versuchskocher. Durch Kochen mit 6 Atmosphären Druck wurde zwar die Festigkeit der Fasern nicht zerstört, aber auch kein Vortheil für das nachherige Kochen mit Natronlauge erzielt. Prüfung unter dem Mikroskop ergab, dass die Intercellular-Stoffe, d. h. diejenigen, welche die Zellen miteinander verbinden, gelöst waren, und die Fasern sich infolgedessen auffallend leicht von einander trennten. Dadurch kam Behrend auf den Gedanken, Holz in grossen Stücken, wie es zum Holzschleifen dient, zu kochen und dann wie gewöhnlich zu schleifen. Da die im Grossen angestellten Versuche sofort befriedigend ausfielen, schaffte er noch Ende 1869 einen grössern Kocher an, in welchem er jedoch, anstatt mit Wasser zu kochen, Dampf von 4 bis 6 Atmosphären auf das Holz wirken liess. Auf diese Art erzeugte er in der Schleiferei Fuchsmühle den ersten braunen Holzschliff und verarbeitete denselben auf einer ihm zur Verfügung stehenden Papiermaschine zu Papier. Dasselbe fand solchen Beifall, dass 100 kg mit 50 M. bezahlt wurden, und Behrend sich entschloss, eine grössere Anlage ausschliesslich für diesen Zweck zu errichten. So entstand die Hammermühle zu Varzin mit einer Papiermaschine von 2 m Breite und einer Wasserkraft von 350 Pferden, die anfangs 1872 in Betrieb kam. Da es damals noch kein allgemeines deutsches Patentgesetz gab, und er nicht in allen Einzelstaaten Patente nehmen wollte, so verzichtete Behrend auf Patentschutz in der Hoffnung, das Verfahren eine Zeit lang geheim betreiben zu können. Durch Erzählungen der Arbeiter und Monteure aus Maschinenfabriken, welche bei ihrem Aufenthalt in Varzin von der Sache hörten, verbreitete sich jedoch das Verfahren sehr schnell.

Der Erfolg der neuen Erfindung veranlasste nach einigen Jahren den Ausbau einer gleichfalls auf dem von Bismarck'schen Gute Varzin gelegenen Wasserkraft von etwa 350 Pferdestärken und Errichtung der Campmühle. Hier wird

auch jetzt (1894) noch braunes Holzpapier angefertigt, während die mittlere Anlage, die Geburtsstätte dieser Sorte, 1892 neu aufgebaut wurde und nur noch weissen Schliff liefert, der in Hammermühle zur Verarbeitung kommt.

Brauner Holzschliff kann als Stufe zwischen nur mechanisch zerkleinertem Holz d. i. weissem Holzschliff und chemisch aufgeschlossenem d. i. Zellstoff gelten. Die daraus hergestellten Papiere und Pappen haben sich durch ihre Festigkeit, hübsches Aussehen und billigen Preis auf allen Märkten eingebürgert und dürften voraussichtlich ihren Platz behaupten.

**492. Wahl und Vorbereitung des Holzes.** Da das Holz beim Dämpfen braun wird, so kommt es weniger darauf an, dass es von Natur sehr weiss sei, und da die Fasern durch die theilweise Entfernung der Inkrusten lang und fest werden, so können auch Stücke Verwendung finden, die sich zu weissem Holzschliff nicht eignen. Fichten und Kiefern werden vielfach zu braunem Holzpapier und brauner Pappe verarbeitet und eignen sich dazu in ziemlich gleichem Maasse.

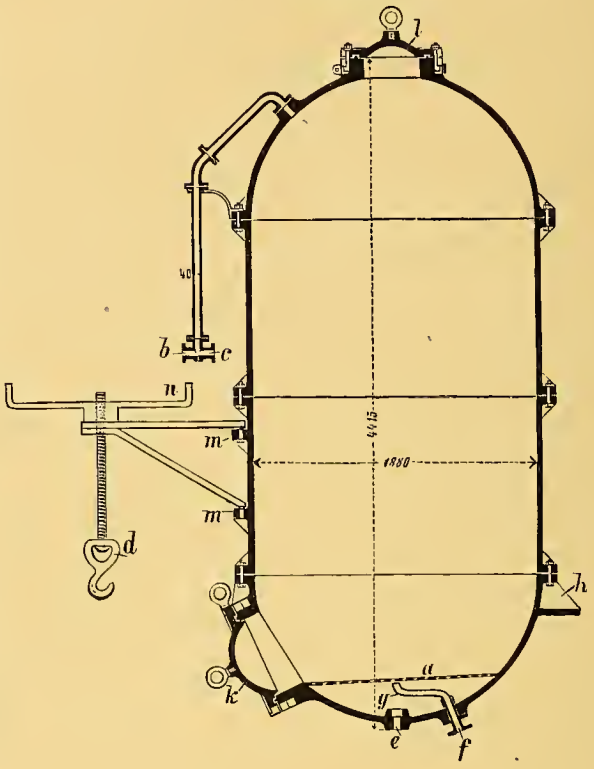
Man schneidet das Holz in Stücke, welche in die Presskästen passen, worin es nach dem Dämpfen geschliffen werden soll. Dann wird es wie anderes Schleifholz geschält und, falls sehr reiner Stoff hergestellt werden soll, sauber geputzt. Man kann bei Erzeugung geringerer Waare Arbeit dadurch sparen, dass man das Holz ganz roh in den Kocher setzt, weil sich bei längerem Dämpfen die Rinde grossentheils ablöst, sodass nach dem Kochen Abschaben mit einem Messer und Abwischen mit einem Tuche genügen würde. Da aber von dem rohen Holz erheblich weniger im Kocher Platz findet, und trotz des Abschabens noch kleine dunkle Basttheilchen am Holze sitzen bleiben und den Stoff verunreinigen, so empfiehlt sich in allen Fällen vorheriges Entrinden und Schälen.

**493. Kessel und Verfahren zum Dämpfen von Holz.** Die ersten von Behrend angewandten Kocher waren aus Schmiedeisen angefertigt, bewährten sich aber nicht. Nach einem Jahre schon zeigte sich, dass die beim Dämpfen aus den Bestandtheilen des Holzes entstehenden organischen Säuren, unter denen sich besonders Ameisen- und Essigsäure befinden, das Blech stark angegriffen hatten. Um dies zu verhüten, wurde dann nicht mehr gedämpft, sondern mit Wasser gekocht, dem etwas Aetzkalk zur Neutralisirung der entstehenden Säuren zugesetzt war. Die Kocher hielten sich dann zwar, aber neben grösserem Kohlenverbrauch wurde die hübsche braune Farbe des Stoffes durch den Kalk in ein unfreundliches Graubraun verwandelt. Infolgedessen wurde 1874 versuchsweise ein gusseiserner Kocher in der Hammermühle aufgestellt und das Holz darin wieder gedämpft. Da derselbe sich bewährte und heute noch (1894) zu gleichem Zwecke dient, so kamen in Hammermühle noch zwei und später in der Campmühle noch drei gleiche Kocher in Anwendung.

Einer dieser vom Eisenhütten- und Emaillirwerk Neusalz a. Oder gebauten Kocher ist in Fig. 1296 in 1 : 50 der wahren Grösse dargestellt. Es ist ein senkrechter Cylinder aus 40 mm dickem Gusseisen, der durch Mannloch *l* mit geschälten Klötzen in zum Schleifen geeigneter Grösse gefüllt wird. Nachdem *l* wieder verschlossen ist, lässt man durch Stutzen *f* und Rohr *g* Dampf bis unter die gusseiserne Platte *a* treten. Diese ist 20 mm dick und mit zahlreichen, 10 mm weiten, beim Giessen ausgesparten Löchern versehen, durch welche der Dampf zu dem darüber aufgehäuften Holz gelangt. Je nach der Farbe, welche man erzielen will

und nach Art und Güte des Holzes lässt man den Dampf bei einem Druck von 3 bis $3^1/_2$ Atmosphären 12 bis 20 Stunden einwirken. Vom obern Theil des Kessels ist ein Rohr abgeleitet, an dessen Auslässen *b* und *c* Sicherheitsventil und Manometer angebracht sind, damit man den Dampfdruck nach Bedarf regeln kann. Beim Zulassen des Dampfes öffnet man einen am höchsten Punkt angebrachten kleinen Hahn, um die Luft durch denselben entweichen zu lassen. Das aus dem Dampf verdichtete Wasser sammelt sich unter der Platte *a* und muss mindestens einmal in jeder Stunde durch den Auslass *e* abgelassen werden.

Fig. 1296.




Wenn der Dampf nach Beendigung des Dämpfens durch denselben Auslass *e* abgeblasen ist, öffnet man den Deckel *l*, löst die Schrauben des Mannlochdeckels *k* und hängt denselben in den Haken *d* eines Drehkrahns, der in zwei Stutzen *m* des Kochers sitzt. Durch Drehen an den Griffen *n* der Schraubenmutter kann man den am Haken *d* hängenden Deckel *k* leicht aus dem Wege schaffen und das gedämpfte Holz durch die Oeffnung herausholen. Nachdem man durch Herausholen einiger Stücke Luft gemacht hat, fallen die übrigen leicht nach, sodass die Entleerung von einem Mann in höchstens einer halben Stunde beendet wird.

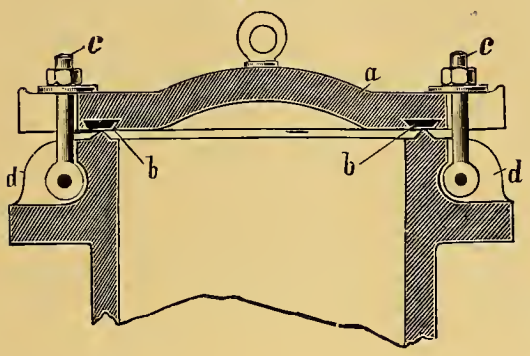
An den untern Theil des Kochers sind 3 Stutzen *h* gegossen, welche auf eben so vielen gemauerten Pfeilern ruhen und den ganzen Kocher tragen. Platte *a* liegt geneigt nach dem Mannloch *k* hin und erleichtert dadurch das Entleeren. Alle Kocher sind auf 7 Atmosphären Druck geprüft, unausgesetzt seit ihrer Aufstellung in Betrieb und zur Zeit (1894) noch tadellos.

Gusseisen ist an sich viel widerstandsfähiger gegen Säuren als Schmiedeisen, besonders wenn es seine ursprüngliche Gusshaut behält, und im vorliegenden Fall wurde von der Giesserei eine Mischung aus möglichst viel weissem Roheisen benutzt, welche sich für ähnliche Zwecke schon bewährt hatte. Durch das erwähnte stündliche Abziehen des Dampfwassers wird ausserdem dafür gesorgt, dass die darin gelösten organischen Säuren keine Zeit zur Ausübung einer zerstörenden Wirkung finden.

Zum Verschliessen der Mannlöcher erdachte Behrend die in Fig. 1297 im Durchschnitt dargestellte Einrichtung, welche wie die Kocher seit 15 Jahren in Betrieb ist und sich vorzüglich bewährt. Der Mannlochdeckel *a* hat auf der Dichtungsfläche eine schwalbenschwanzförmige Aussparung *b*, die mit Blei aus-

gegossen ist und auf einen kreisförmigen Vorsprung des Mannloch-Halses zu liegen kommt. Wird der Deckel aufgelegt und mit den Schraubenbolzen *c* fest aufgepresst, so drängt sich der vorspringende Gussring in den Bleiring *b* und bewirkt ohne weitere Hilfsmittel völlige Dichtung. Die Bolzen *c* sind drehbar an Rippen *d* des Mannloch-Halses befestigt, und der Deckel ist so ausgeschlitzt, dass die Bolzen *c* sich umlegen lassen und garnicht abgenommen werden brauchen.

Fig. 1297.




Herr Direktor Max Schubert veröffentlichte in der Papier-Zeitung Nrn. 11, 13, 14 von 1894 eine ausführliche Arbeit über braunen Holzschliff, worin er über schmiedeiserne Kocher Folgendes sagt:

Oft sind zum Holzdämpfen die bekannten *Dreh-Kugelkocher* aus Schmiedeisen benutzt worden, die zum Hadernkochen dienen, doch sind dieselben nicht zu empfehlen, da Schmiedeisen besonders stark von Ameisensäure angegriffen wird und es vorkommen kann, dass solche Kocher trotz aller Vorsichtsmaassregeln in wenigen Jahren zerfressen werden. Wenn auch das Drehen der Kessel manche Vortheile hat, so ist es doch nicht unbedingt nöthig, schadet sogar, wenn das Drehen zu lange fortgesetzt wird, da sich die Holzstücke an einander und an den Wänden stossen, und unnöthiger Abfall dadurch entsteht. Die Vorgelege, Riemscheiben usw. vertheuern auch die Anlage. Man ist desshalb in der Hauptsache zu feststehenden, liegenden oder aufrechten Kochern übergegangen. Eine grosse Fabrik von braunem Holzschliff benutzt allerdings heute noch schmiedeiserne Kugelkocher und klagt nicht über zu grosse Abnutzung, dieselbe verarbeitet aber nur Fichtenholz, welches viel weniger Ameisensäure entwickelt, als das harzreichere Kiefernholz, für welches schmiedeiserne Kocher unbedingt zu verwerfen sind.

Man hat als Schutzmittel empfohlen, nach jedesmaligem Dämpfen den Kocher inwendig mit Kalkmilch anzustreichen, dadurch aber ebensowenig wie durch theerartigen Anstrich der raschen Zerstörung Einhalt gethan. Da die einzelnen Bleche eines solchen Kochers ganz verschiedenartig angegriffen werden, indem manche grössere und kleinere Löcher aufweisen, während bei andern wieder kaum eine Abnutzung zu bemerken ist, so kann es sein, dass sich ein ganz bestimmtes Eisen widerstandsfähiger verhält. Erfahrungen hierüber sind aber noch nicht bekannt geworden und werden wohl auch nicht leicht zu erhalten sein. Eine Maschinenfabrik hat zu diesem Zwecke schon seit Jahr und Tag durch besondere Formen gekennzeichnete Blechstücke von verschiedenen Walzwerken und bestimmten Eisensorten in den Kochern der oben erwähnten Holzschleiferei befestigt, um die mehr oder weniger nachtheilige Einwirkung der Ameisensäure daran zu studiren, vorläufig ist jedoch noch kein sicheres Ergebniss gefunden worden. Daher ist es immerhin besser, von schmiedeisernen Kochern ganz abzusehen, oder sie nur mit Kupfer-Auskleidung zu verwenden.

Schubert bringt an dem der Dampfeinströmung entgegengesetzten Ende der Kocher einen kleinen Hahn an, welcher während des Kochens offen bleibt und den Dampf veranlasst, die ganze Holzfüllung, wenn auch langsam, zu durchstreichen, also in Bewegung zu bleiben. In manchen Fabriken begnügt man sich damit, häufig Dampf durch das Sicherheitsventil abblasen zu lassen. Nach Beschreibung der verschiedenen Bauarten empfiehlt Sch. senkrechte aus Gusseisen hergestellte Kocher, weil dieselben viel rascher gefüllt und ohne Einsteigen der Arbeiter entleert werden können als waagrechte. Die von ihm empfohlene Bauart weicht nur wenig von der in Fig. 1296 dargestellten ab und kann hier wegbleiben, da sie sich noch nicht wie letztere bewährt hat. Die Mannlöcher dichtet er mit Streifen feuchter Holzpappe, wie sie von der Pappenmaschine kommt.

Die Dampfkessel-Fabrik von G. Schumann in Zeitz baut seit vielen Jahren Holzkocher aus Schmiedeisen, die zum Schutz gegen die entstehenden organischen Säuren mit Kupfer ausgekleidet sind. In Figg. 1298 und 1299 ist ein solcher Kocher in Aufrissen in 1:60 der wahren Grösse dargestellt. Derselbe hat 20 cbm Inhalt und ist von grösster Art; die am meisten benutzten Kocher haben 4500 mm Länge, 1500 mm Durchmesser, 8 cbm Inhalt und sind stets mit Sicherheitsventil *a* versehen. Das Füllen erfolgt durch zwei Arbeiter, von denen einer das Holz im Innern schichtet, welches ihm der andere durch Mannloch *m* hineinreicht. Dann wird durch das mit Rückschlagventil versehene Einlassventil *c* Dampf von etwa 6 Atmosphären 8 bis 18 Stunden lang zugelassen, und zwar um so länger, je dunklere braune Farbe der Stoff erhalten soll. Das Kondenswasser wird durch Hahn *d* abgezogen und der Dampf durch *b* abgeblasen. In einigen Fabriken wird das mit diesem aus dem Kocher kommende, aus dem Holz stammende Terpentinöl vom Kondenswasser abgeschöpft und verwerthet, doch muss dies wegen der

Fig. 1298.

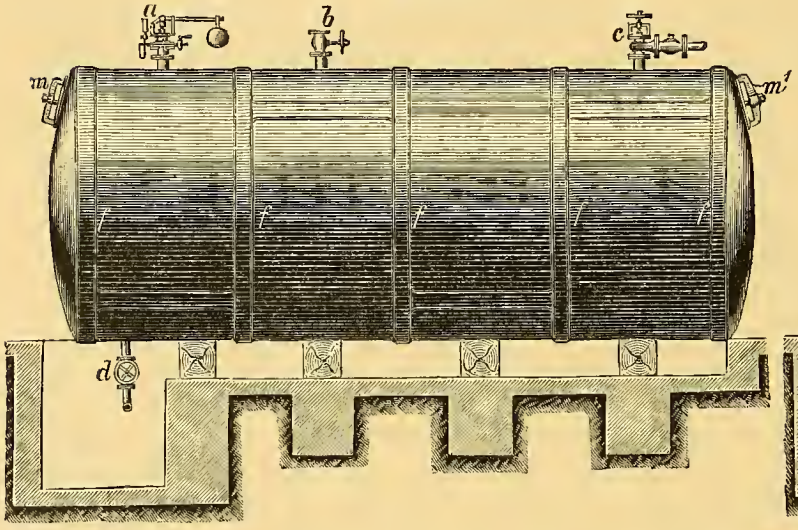
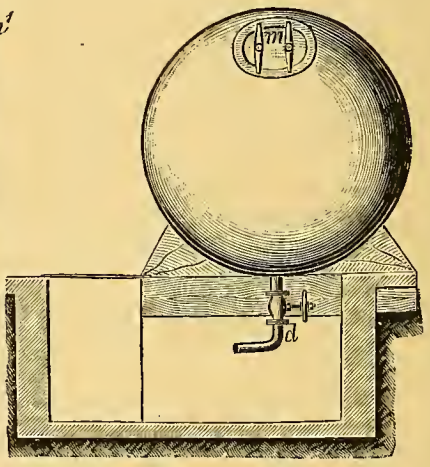



Fig. 1299.




leichten Brennbarkeit des Oels mit grosser Vorsicht geschehen. Vor dem Entleeren lässt man den Kocher ein- bis dreimal voll Wasser fliessen, um ihn zum Entleeren abzukühlen und das Holz zu waschen, von allem Anhängenden zu befreien und dadurch zum Schleifen geeigneter zu machen. Die Entleerung erfolgt, falls zwei Mannlöcher vorhanden sind, durch das näher bei den Schleifern liegende $m^1$.

Die innere Kupferbekleidung besteht aus $2^1/_2$ und 6 mm starkem Kupferblech, welches mit kupferüberzogenen und zum Theil ganz kupfernen Nieten am Eisenmantel befestigt ist. Zum Schutz des Eisens am Mannloch-Ausschnitt ist das Kupferblech dort nach aussen umgebortet und von einem schmiedeisernen Verstärkungsring bedeckt.

In jede Lasche *f* sind Löcher gebohrt, die sich nach innen bis zur Kupferbekleidung fortsetzen. Das äussere Ende dieser Löcher ist weiter und mit Muttergewinde versehen, sodass man das Wasserrohr einer Pumpe ansetzen kann. Wird dann Wasser eingepumpt, so gelangt dies durch den Kupfermantel, wenn dieser

nicht durchweg dicht ist, ins Innere des Kochers. Man hat also nur im Innern den Kupfermantel zu beobachten, um die Stellen zu sehen, wo Wasser eindringt, der Mantel also nicht dicht ist. Durch die erwähnten und viele andere in den Blechen angebrachte Probirlöcher strömt auch während des Betriebs Dampf aus, falls er in ihrer Nähe durch die Kupferbekleidung dringen kann, also undichte Stellen vorhanden sind.

Nach 12 Jahren Betrieb konnte man bei solchen Kochern keine Abnutzung des Kupfers bemerken, während gusseiserne Ventile schon nach 13 Monaten zerstört waren. Alle Ausrüstungs-Gegenstände werden desshalb aus Rothguss oder Phosphorbronze angefertigt.

Unter den Hunderten mit Kupfer ausgekleideten Kochern, welche die Zeitzer Fabrik schon geliefert hat, befinden sich auch einige senkrechte, von denen Fig. 1300 ein Bild giebt. Diese haben den Vorzug, dass sie viel leichter und bis obenhin gefüllt werden können.

Fig. 1300.

Bei waagrechten Kochern muss immer etwas Raum unbenutzt, d. h. leer bleiben, sie lassen sich erst entleeren, wenn sie so weit abgekühlt sind, dass sich Arbeiter darin aufhalten können, und diese Arbeit sowie das Füllen ist auch viel mühsamer und zeitraubender als bei senkrechten Cylindern. Ausserdem sammelt sich das ätzende Dampfwasser bei senkrechten Kochern auf dem verhältnissmässig kleinen Boden, bei waagrechten aber der ganzen Länge nach. Diese Vorzüge sollten veranlassen, dass wenn irgend möglich senkrechte Holzkocher, ob aus Gusseisen oder mit Kupfer bekleidetem Schmiedeisen, gebaut werden.

Bei senkrechten Kochern verursacht das Herausnehmen des gedämpften Holzes durch das untere Mannloch noch einige Arbeit, und das Einfüllen von obenher kann ohne Einsteigen auch nicht mit der gewünschten Genauigkeit erfolgen. Ein Fabrikant in Böhmen benutzt desshalb, wie Schubert berichtet, einen gusseisernen stehenden Kocher, welcher nach Abhebung des obern Deckels einen oben offenen Cylinder bildet, in welchem ein beweglicher durchlöcherter Boden auf und nieder gehoben werden kann. Der obere Theil des Kochers ragt etwas über den Fussboden des Stockwerkes empor, auf welchem sich die geschälten Klötze befinden, während der eigentliche Kocher sich in darunter gelegenen Räumen befindet. Bei Beginn der Füllung wird der Boden bis nahezu an den obern Rand gehoben, das Holz darauf geschichtet und der Boden nach und nach im Verhältniss der Holzaufschichtung tiefer herabgelassen, bis er unten aufsitzt, und der Kocher vollständig gefüllt ist, ohne dass ein Arbeiter nöthig hätte, in den Kocher zu steigen. Nach beendigter Kochung und Abhebung des Deckels wird der Boden wieder langsam nach oben bewegt, sodass das Holz ohne jede Handarbeit und Nachhilfe über den Rand des Kochers in den Raum fällt, in welchem es weiter verarbeitet, oder von wo es weiter befördert wird, bis der Boden oben angelangt und das gedämpfte Holz vollständig aus dem Kocher entfernt ist. In diesem Falle, wo Niemand in den heissen Kocher zu steigen

braucht, hat man keinen Aufenthalt wegen Abwartung einer etwaigen Abkühlung, und die Füllung lässt sich schnell bewerkstelligen.

Verfasser sah 1893 in der Maschinenfabrik der Pusey & Jones Co. zu Wilmington in Delaware, Amerika, einen zum Versandt fertigen Holzdämpfer, der aus einem senkrechten auf eisernen Stützen stehenden Guss-Cylinder bestand. Der Boden ist ringsum mit Schrauben versehen und wird mittels Wasserdrucks von unten zu dem Cylinder emporgehoben, wenn er daran befestigt werden soll. Um den Kocher zu entleeren, hat man nur am Boden ringsum die Bolzen zu lösen und den hydraulischen Kolben, auf dem er ruht, herabzulassen, bis das Holz ringsum herausgefallen ist. Hiermit ist zwar das Entleeren erleichtert, aber das Einsteigen zum Zweck des Füllens nicht erspart. Bei dem oben beschriebenen böhmischen Kocher mit aushebbarem innerem Boden kann dagegen die Füllung ohne Einsteigen vor sich gehen, und der Kocher bedarf nur eines abnehmbaren Deckels, kann aber unten völlig geschlossen sein. Ausserdem ist es in den meisten Fällen erwünscht, dass das gedämpfte Holz wie hierbei in das obere Stockwerk gehoben wird.

Wo mehrere Holzdämpfer in Betrieb sind, kann viel Dampf dadurch gespart werden, dass man dieselben durch Dampfröhren miteinander verbindet und den gebrauchten Dampf von einem in den andern strömen lässt. Man kann auf solche Weise eine Atmosphäre Spannung in einem neu gefüllten Dämpfer hervorbringen, ohne frischen Dampf zu benutzen. Dadurch wird auch der Vortheil langsamen Andämpfens erzielt, wodurch man Stoff aus elastischern, weichern Fasern erzeugt als bei plötzlichem Zutritt hochgespannten Dampfes.

**494. Farbe des gedämpften Holzes.** Die braune Färbung des Holzes wird jedenfalls dadurch hervorgerufen, dass die organischen Stoffe, welche wir als Inkrusten zusammenfassen, und besonders die Harze bei der hohen Temperatur des Dampfes eine Umwandlung in solche Stoffe erfahren, welche diese Farbe haben. Ebensowenig wie über die Inkrusten ist über die beim Dämpfen vor sich gehende Umwandlung derselben bekannt; je mehr Harze jedoch das Holz enthält, desto tiefer braun wird bei sonst gleicher Behandlung die Farbe des Stoffes und Papiers. Da die Kiefer das harzreichste Nadelholz ist, so liefert sie auch das am tiefsten gebräunte Papier, gleicht aber diesen Nachtheil — wenn es als solcher angesehen wird — durch die ihren langen Fasern eigene grosse Festigkeit aus.

Viele Fabrikanten haben sich bemüht das Holz so zu dämpfen, dass es möglichst helle Farbe erhält. Da das Holz um so brauner wird, je höhere Temperatur man darauf einwirken lässt, so darf man zum Dämpfen nicht über 4 Atmosphären Dampfdruck anwenden, wenn man auf helle Farbe Werth legt. Nachdem man in gewöhnlicher Weise gedämpft hat, können die braun färbenden Stoffe durch mehrstündiges Kochen mit Wasser und Abziehen der Flüssigkeit möglichst entfernt werden. Das Ausziehen und Entfernen der im Holz befindlichen braunen Stoffe wird dadurch erleichtert, dass man die Klötze senkrecht stellt. Die hellste Färbung soll dadurch erzielt werden, dass man nach diesem Ausziehen mit Wasser nochmals mit Wasser füllt, demselben 2 pCt. des Holzgewichts Oxalsäure zusetzt und wieder einige Stunden kocht. Ob der gewünschte Erfolg in allen Fällen erzielt wird, erscheint nach dem, was Verfasser darüber erfahren konnte, zweifelhaft. Jedenfalls ist die Erzielung der hellern Farbe in beschriebener Weise ziemlich kostspielig, weil zum Kochen mit Wasser sehr viel Dampf nöthig ist — viel

mehr als zur Behandlung des Holzes mit Dampf. Hierzu kommen noch die hohen Kosten der Oxalsäure und die mit zweimaligem Nachkochen verbundene Arbeit, sowie die Inanspruchnahme der Kocher-Anlage.

Das Dämpfen hat dem Kochen mit Wasser gegenüber nicht nur den Vorzug, dass man weniger Dampf dazu braucht, sondern hauptsächlich den, dass die entstehenden organischen Säuren nur vorübergehend mit dem tiefsten Theil des Kochers in Berührung kommen. Ist der Kocher aber mit Wasser gefüllt, so kommen die darin gelösten Säuren mit beinahe der ganzen innern Wand in Berührung, und man muss dieselben durch Auflösung von Alkali, d. h. Natron oder Kalk im Wasser unschädlich machen.

Will man das kostspielige Kochen mit Wasser vermeiden und doch möglichst helle Farbe erzielen, so muss man junges Holz wählen, dessen Säfte sich leicht lösen und den nicht über 4 Atmosphären gespannten Dampf nur kurze Zeit, etwa 4 bis 6 Stunden, darauf wirken lassen. Ausserdem wird der Stoff um so heller, je niedriger die Dampfspannung ist. Bei 1 bis $1^1/_2$ Atmosphären braucht man aber auch 3 mal 24 Stunden und mehr Zeit zum Dämpfen.

Beim Lagern verändert sich die Farbe stets; besonders an der Oberfläche, wo der braune Stoff mit Luft in Berührung ist, wird er röthlich braun, während er im Innern die gelblich braune Färbung behält. Diese Farbveränderungen werden dadurch veranlasst, dass sich die Inkrusten bei der Berührung mit Wasser und Luft theilweise zersetzen, sie unterbleiben aber oder hören auf, sobald dem Stoff durch Trocknen das Wasser entzogen wird. Sie treten auch wenig oder garnicht auf, wenn man dem gedämpften Holz durch Kochen mit Wasser die leicht löslichen Stoffe entzogen hat. Da sich jedoch die Farbveränderungen nach der ausgleichenden Verarbeitung und Mischung in den Holländern wenig im Papier bemerkbar machen, so wird das Kochen, wie schon erwähnt, im Verhältniss zu dem damit erzielten Vortheil zu theuer.

**495. Ergebniss und Verarbeitung von braunem Holzschliff.** Da beim Dämpfen ein Theil der Inkrusten gelöst wird und abfliesst, so kann das Holz nicht so viel braunen wie weissen Schliff liefern. Das Minder-Ergebniss beträgt bei der harzreichen Kiefer bis 20 pCt., bei Fichte weniger. Obwohl das Holz durch Dämpfen von einem Theil seiner Inkrusten befreit ist, lässt es sich seiner elastischern Beschaffenheit wegen weniger leicht schleifen, erfordert also mehr Kraft zu seiner Zerkleinerung. Infolge des Verlustes an Masse durch Auslaugen und höhern Kraftbedarfs erhält man aus derselben Menge Holz mit gleicher Kraft um 25 bis 30 pCt. weniger braunen als weissen ungedämpften Schliff.

Zum Schleifen werden härtere Sandsteine von etwas gröberem Korn gewählt, weil der Stoff langfasriger als weisser werden soll und gröber sein darf, da er nur zu Packpapier und Pappen verwendet wird. Die Schleifer sind im übrigen wie die für weissen Schliff beschriebenen gebaut.

Die Sortir-Trommeln und Schüttelsiebe müssen weitere Durchlass-Oeffnungen als für weissen Holzschliff erhalten, weil der Stoff gröber geschliffen ist. Wenn z. B. für weissen Stoff die Durchlass-Oeffnungen der Blech-Trommelbezüge (s. Seite 1281) 1 bis $1^1/_4$ mm weit sind, so müssen sie für braunen Stoff mindestens doppelt so weit sein. Die Einrichtungen können im übrigen so gebaut sein wie für weissen Stoff, doch muss für reichlichen Wasserzufluss gesorgt werden, da brauner Stoff noch mehr als weisser zum Zweck guten Sortirens möglichst dünnflüssig sein muss.

Die Steine der Feinmühle können ebenso wie für weissen Stoff gehauen, müssen aber weiter gestellt werden, um weniger scharf zu mahlen und die Fasern nicht zu sehr zu verkürzen. Bei der ganzen Bereitung von braunem Stoff muss man stets im Auge behalten, dass die Fasern möglichst lang bleiben sollen, während sie bei weissem kurz sein dürfen und von vielen Fabrikanten sogar kurz gewünscht werden.

Zur Entwässerung des braunen Stoffs bedient man sich derselben Einrichtungen wie für weissen, und er kann in entwässertem Zustande länger lagern, weil er weniger leicht Stockflecke bekommt als weisser.

Einige Fabrikanten bringen den so hergestellten Stoff ohne weiteres in den Misch-Holländer zum Leimen und lassen ihn von da unmittelbar in die Stoffbütten und auf die Papiermaschine gehen. Andere ziehen es vor, den Stoff vorher noch einer leichten Mahlung im Ganz-Holländer oder besser der Kegelstoffmühle zu unterziehen. Letztere liefert ganz besonders gut gemahlenen Stoff und zerkleinert alle etwaigen zu groben Theile. Die schmierige Beschaffenheit und das noch vorhandene Harz machen den Stoff sehr aufnahmefähig für Leim und erleichtern die Herstellung guter Leimung. Der Stoff entwässert sich zwar schwer auf dem Siebe, verarbeitet sich aber sonst gut auf der Papiermaschine. Man nimmt desshalb keine zu feine Siebnummer, und manche Fabrikanten erwärmen den Stoff in der Bütte, obwohl dadurch viel Dampf verbraucht wird. Das Papier giebt auch auf dem Trockner das Wasser schwer ab, und dieser muss desshalb möglichst grosse Trockenfläche haben.

Zur Herstellung sehr dicker Papiere bedient man sich in Deutschland der Langsiebe mit Obersieb und eines Oberfilzes in der ersten Nasspresse, in Amerika aber einer grossen Zahl von Siebcylindern, die ihre Lagen auf einem Filz vereinigen.

In Fabriken, welche Schleif-Holz dämpfen, fällt dem Besucher der starke Vanille-Geruch auf, welcher in allen Räumen und häufig auch in der Umgebung herrscht. Die im Bast der Nadelhölzer vorkommende künstliche Vanille, das Vanillin, wird nämlich beim Dämpfen frei und verbreitet sich in der Luft. Zur Gewinnung dieses Vanillins sind, soweit des Verfassers Kenntniss reicht, noch keine Versuche gemacht worden.

Beim Dämpfen, und in noch höherem Grade beim Kochen, scheidet sich aus dem Holz ein stark riechendes Oel ab, welches auf dem Dampf- oder Kochwasser schwimmt und in einigen Fabriken gesammelt wird. Da es aus den harzigen Bestandtheilen entsteht, so liefert die harzreiche Kiefer davon am meisten. Es wird vielfach als Kienöl bezeichnet, giebt aber dadurch zu der Annahme Veranlassung, dass es das beim Verkohlen von Holz gewonnene Kienöl sei, während es nach seiner Beschaffenheit zwischen diesem und Terpentinöl steht. Der Name Krummholzöl, welcher ihm von sachverständiger Seite beigelegt wird, kennzeichnet die Herkunft besser und ist daher zutreffender. Das Oel ist seiner flüchtigen, ätherischen Natur wegen sehr leicht entzündlich, und manche Fabrikanten lassen es der Feuersgefahr wegen wegfliessen. Wo nicht sehr grosse Mengen harzreicher Hölzer verarbeitet werden, wird es kaum lohnen, sich des geringen möglichen Gewinnes wegen der erhöhten Feuersgefahr auszusetzen.

**496. Verkaufsgewicht des Holzschliffs.** Da weisser und brauner Holzschliff auf mässige Entfernungen nass, d. h. mit 50 bis 70 pCt. Wasser behaftet, versandt wird, so stellen Käufer und Verkäufer fest, wieviel trockener Papierstoff sich darin befindet und bezahlt werden muss. Zu diesem Zweck wird eine Probe des nassen

Stoffs allgemein bei 100° C. so lange getrocknet, bis das Gewicht nicht mehr abnimmt. Dem so gefundenen Gewicht wird ein Prozentsatz für das Wasser zugeschlagen, welches er erfahrungsmässig bei gewöhnlicher Temperatur aus der Luft aufnehmen und behalten würde. Die Trocknung bis auf 100° C. ist gewählt, weil sich keine andere Temperatur so leicht wie diese durch kochendes Wasser oder Dampf herstellen und erhalten lässt. Da aber hierbei der Stoff weit mehr ausgetrocknet wird, als er es beispielsweise im Papier ist, so erscheint der erwähnte Zuschlag berechtigt. Man könnte denselben und die dadurch erforderliche umständliche Berechnung allerdings ersparen, wenn die Betheiligten um so viel mehr für das bei 100° C. ermittelte Gewicht berechnen und zahlen würden als der Wasser-Zuschlag ausmacht.

Die Trocknung wurde vielfach durch Auslegen des Stoffes auf den Dampfkesseln oder Dampfröhren ausgeführt und wird es noch, gab aber zu vielfachem Streit Anlass. Ingenieur E. Kirchner, jetzt (1894) in Chemnitz, baute 1876 für diesen Zweck die ersten Trockner, von denen bald etwa 500 in Betrieb waren. Fig. 1301 giebt einen Durchschnitt des mit Dampf geheizten Trockners. Genau abgewogene 200 bis 500 g feuchten Stoffs werden auf dem mit Randkragen *r* versehenen Deckel *D* vorgetrocknet und auf den Sieben *S* des Gefässes *K* derart ausgebreitet, dass die von unten kommende Luft alle Theile gut umspülen kann.

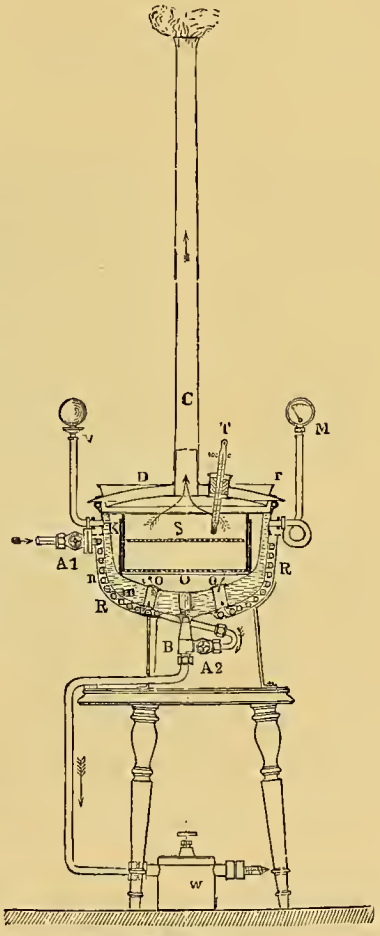


Fig. 1301.

Stoffpappen werden in etwa 40 mm breite Streifen zerlegt, schnell abgewogen, nach dem Wägen in möglichst dünne Blätter zerpflückt und thunlichst senkrecht in losen Lagen oder Bogenlinien aufgestellt. Dünnere Stoffblätter werden nur in etwa 40 mm breite Streifen zerlegt, eine bestimmte Menge schnell abgewogen und so aufgestellt, dass die Trockenluft überall gut durch kann.

Schabstoff und Pressstoff werden nach dem Abwägen in Flocken zertheilt und möglichst locker auf die Siebe gebracht. Das Zerpflücken muss über einem grossen saubern Bogen, womöglich dunklen Papiers erfolgen, und die abfallenden Theilchen müssen streng bei der Probe gehalten werden, von welcher sie stammen. Der zum Erwärmen der Luft dienende Dampf tritt durch Ventil $A_1$ in die zwischen den Kupferwänden *n* und *m* liegende Dampfschlange *R* und geht dann durch Ventil $A_2$ und Zwischenstück *B* mit geringer Spannung (wenig über Atmosphärendruck) in den Raum zwischen den Kupferwänden *m* und *i*. Das hier und in der Schlange *R* entstehende Dampfwasser fliesst durch ein von *B* ausgehendes Rohr in den Kondenstopf *W*, der nur Wasser austreten lässt.

Die kalte Luft tritt an der obern Krempe zwischen den Kupferwänden *m* und *n* ein, umspült die Dampfschlange *R* und gelangt durch Rohrstutzen *o*, welche in dem Raum zwischen *m* und *i* von Dampf umspült sind, unter die Siebe *S*.

Ventil *V* sorgt dafür, dass keine zu hohe Spannung zwischen *m* und *i* entstehen kann, Manometer *M* dient zur Erkennung des Druckes zwischen *m* und *i*, Thermometer *T* zeigt die jeweils erreichte Temperatur.

Die Luft durchzieht die auf den Sieben *S* aufgestellten, genau abgewogenen Stoffproben, trocknet dieselben, je nach Feuchtigkeitsgrad und Dicke, in 2 bis 5 Stunden aus und tritt fortwährend, mit dem entstandenen Wasserdampf vermischt, durch den Kamin *C* ins Freie.

Thermometer *T* kann, so lange noch Wärme zur Verdunstung der Feuchtigkeit des Stoffes verbraucht wird, nie auf 100° C. steigen; dieser Fall tritt aber sofort ein, sobald alles Wasser aus dem Stoff verdunstet ist.

Um den Trockner in Betrieb zu setzen, schliesst man Ventil $A_2$, öffnet das Hauptventil $A_1$ und lüftet die Schraube im Deckel des Kondenstopfes *W* etwas, damit die Luft aus dem Topf entweichen kann. Dann öffnet man wieder ganz allmälig $A_2$, bis das Manometer etwas Druck zeigt, *V* eben anfängt abzublasen und *T* allmälig auf 100° C. steigt. Darauf stellt man $A_2$ so, dass *M* noch etwas Druck zeigt, *T* nicht 100° C. übersteigt und fährt fort in dieser Weise zu trocknen, bis das Gewicht nicht mehr abnimmt.

Das Wägen des trocknen Stoffes hat schnell zu geschehen, nach Oeffnen des Deckels breitet man den Inhalt der Siebe auf das oben erwähnte dunkle Unterlagspapier, nimmt schnell alles zusammen auf die Waage und schreibt das Gewicht auf. Darauf trocknet man den vielleicht durch Luft-Feuchtigkeit beschwerten Stoff nochmals bis 100° C., wägt wieder usw., bis kein Gewichtsverlust mehr stattfindet, und damit das Absolut-Trockengewicht des Stoffes gefunden ist.

Der Trockner arbeitet nur gut, wenn trockner Dampf von 4 bis 6 Atmosphären Spannung zur Verfügung steht. Wo solcher fehlt, muss man eine Bauart anwenden, bei der anstelle der Dampfschlange Wasser tritt, welches den Raum zwischen den Blechen *i* und *m* füllt und von unten mit Gas-, Petroleum- oder Spiritus-Lampe geheizt wird.

Dr. O. Knoefler in Charlottenburg bei Berlin baut einen Trockenprüfer, welcher in Fig. 1302 im Aufriss-Schnitt und in Fig. 1303 in perspektivischer Ansicht dargestellt ist. In dem cylindrischen Behälter *A* befindet sich der ringförmige Raum *B*, welcher die zu trocknenden Stoffe aufnimmt, und beide werden durch den aufgeschraubten Deckel *D* nach oben abgeschlossen. Der Cylinder *A* wird zur Ausführung einer Trocken-Bestimmung zu etwa $^1/_5$ mit Wasser gefüllt und mit Gas, Petroleum, wie bei Fig. 1302 oder Dampf wie bei Fig. 1303 geheizt. Die entwickelten Dämpfe können sich in dem in den Deckel geschraubten Rohr *r* verdichten oder durch dasselbe entweichen, die Heizung soll aber so geregelt werden, dass nur wenig Dampf weggeht, dass man also nur selten Wasser durch die zum Einschrauben des Rohrs *r* dienende Deckelöffnung nachzugiessen hat. Wann dies erforderlich wird, sieht man an dem Wasserstandsglas *W*. Da das Wasser wie Fig. 1302 zeigt, den vom Ring *B* eingeschlossenen Raum von dem äussern Dampfraum trennt, so sind beide durch ein Rohr *a* verbunden, welches dafür sorgt, dass im Innern keine andere Spannung als aussen herrschen kann.

Der Korb, in welchem der zu trocknende Stoff untergebracht wird, besteht aus den beiden in Figg. 1304 und 1305 dargestellten Drahtcylindern *f* und *g*.

In Fig. 1304 ist derselbe zur Aufnahme von Stoff zwischen den Drahtcylindern bereit, und in Fig. 1305 ist er durch Hochziehen von *g* entleert. Zur Prüfung pulver- oder körnerförmiger Stoffe dient der in Fig. 1306 dargestellte Satz Teller. Korb *f* mit dem darum liegenden, gut gezupften Stoff und dem über-

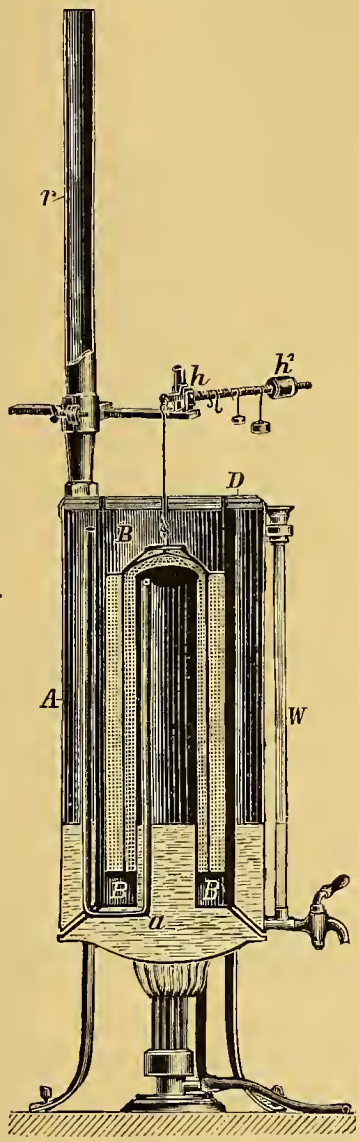



Fig. 1302.

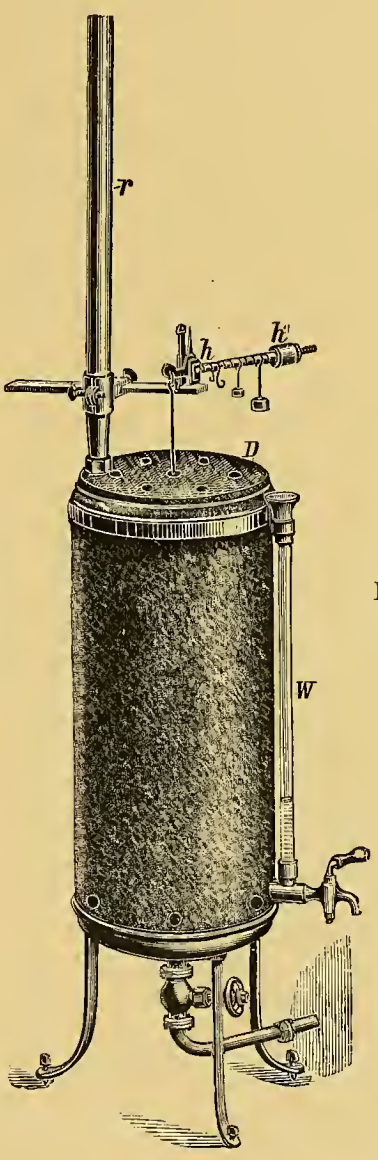



Fig. 1303.

geschobenen Korb *g* wird an den kürzern Arm des Waagebalkens *h* gehängt, der an dem Rohr *r* seinen Stützpunkt findet. Der Waagebalken ist mit zehn nummerirten Einkerbungen und drei Hängegewichten versehen.

Nachdem Wasser eingefüllt ist, nimmt man den Deckel ganz ab. Hierauf schraubt man die Waage am Rohr *r* so hoch fest, dass der daran hängende Korb

über den Trockenraum freischwebend herausragt, und stellt durch Verschraubung des am Ende des langen Waagebalkens angebrachten kleinen Laufgewichts $h^1$ genaues Gleichgewicht her. Dann hängt man auf den äussersten Punkt 10 das grösste der drei Gewichte und füllt den Korb mit soviel fein gezupftem Holzschliff an, bis wieder genaues Gleichgewicht stattfindet. Der Prüfer wird gewöhnlich so gebaut, dass dazu etwa 300 g Holzschliff oder Zellstoff nöthig sind, kann aber auch für grössere Mengen gebaut werden.

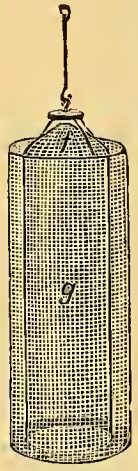


Fig. 1304.

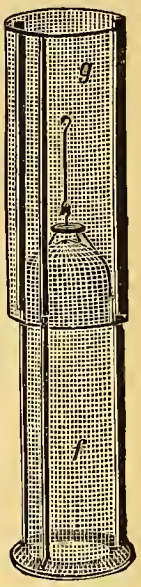


Fig. 1305.

Hierauf schraubt man die Waage mit dem daranhängenden Korbe so tief, dass sich der letztere ganz im Trockenraum befindet, und die Waage nach beiden Seiten hin etwas ausschlagen kann, ohne dass der Korb anstösst. Man hängt nun den Korb bis auf weiteres von der Waage ab, setzt den Deckel auf, verschraubt die zusammengehörenden Theile und erhitzt den Cylinder-Kessel.

Wenn das Wasser kocht, heizt man so weiter, dass nur wenig Dampf aus dem Schornstein $r$ entweicht, und hängt den Korb wieder ein. In dem Maasse, wie das Trockengut in dem wieder eingehängten Korbe trocknet und somit sein Gewicht abnimmt, muss man das ursprünglich auf 10 gestellte Gewicht auf dem Waagebalken zurücksetzen, um das Gleichgewicht zu erhalten. Steht ersteres z. B. gerade auf 9, so sind noch 90 pCt. des Gewichts des eingefüllten Holzschliffs vorhanden usw. Zur genauen Bestimmung des letztern in Prozenten sind noch zwei kleine Gewichte vorhanden, von denen eines $^1/_{10}$, das andere $^1/_{100}$ von dem grössten wiegt. Um eine Wägung auszuführen, stellt man das grösste Gewicht auf diejenige Kerbe, auf der es eben zu leicht ist, d. h. so, dass, wenn es auf der nächstfolgenden steht, die Seite des langen Waagebalkens zu schwer ist. Ebenso verfährt man mit dem mittlern und zuletzt mit dem kleinern Gewicht. Dabei kann es vorkommen, dass auf einen Punkt zwei Gewichte zu stehen kommen, in welchem Falle man das kleinere an das grössere hängt, — nicht beide in die Kerbe.

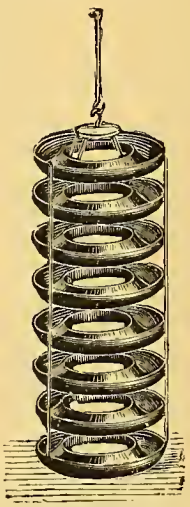


Fig. 1306.

In den Korb wurde keine abgewogene Menge, sondern gerade so viel Stoff gefüllt, dass dieser das höchste von der Waage angezeigte, nämlich das in Kerbe 10 hängende grösste Gewicht im Gleichgewicht hielt. Die folgenden Wägungen können daher auch keine Gewichte, sondern nur Zehntel, Hundertstel und Tausendstel der eingefüllten Menge, oder Prozentzahlen in 100/10 oder Zehnern, in 100/100 oder Einern, und 100/1000 in Zehnteln ergeben. Die Waage ist so eingerichtet, dass die Stellung des grössten Gewichtes ohne weiteres die Zehner, die des mittlern Einer, die des kleinsten Zehntel-Prozente giebt. Steht z. B. das grösste Gewicht auf 3, das mittlere auf 2, das kleinste auf 4, so hat man 32,4 pCt. bei 100° C. trockenen oder absolut

trockenen Schliffs. Man trocknet so lange, bis der Korb mit Inhalt sein Gewicht nicht mehr ändert, und selbst das kleinste Gewicht nicht mehr verrückt zu werden braucht, um Gleichgewicht zu haben. Die Zeit des Trocknens, welche naturgemäss von der Art des Stoffes und seiner Vertheilung, bei Holzstoff z. B. von der Dicke der Schichten abhängt, ist bald annähernd bekannt, und man beginnt demgemäss erst mit den Wägungen, wenn man vermuthet, dass die Trocknung beendet sein wird.

Das aus dem Holzschliff vertriebene Wasser entweicht durch im Deckel angebrachte Löcher, die aber nach Vorschrift des Erfinders mit einem Schieber verschlossen werden sollen, wenn die Prüfung ihrem Ende entgegengeht, und die Waage keine deutliche Gewichtsabnahme mehr zeigt. Eine Bestimmung nimmt etwa vier Stunden in Anspruch. Dabei soll der Cylinder *A* stets senkrecht stehen, sodass der Korb frei schwebt und sich nirgends reibt, auch muss er immer soviel Wasser enthalten, dass man es im Glas *W* sieht. Beim Wägen soll erst das grösste, dann das mittlere und zuletzt das kleinste Gewicht so aufgesetzt werden, dass es in der Einkerbung und nicht auf dem flachen Balken hängt.

Wo viele Trockenbestimmungen ausgeführt werden müssen, kann der in Fig. 1308, Seite 1366 dargestellte mit Dampf geheizte Kessel gute Dienste thun. In denselben sind sechs Körbe gehängt, sodass man mit einem Waagebalken gleichzeitig sechs Stoffproben prüfen kann.

C. Dornbusch in Schlottwitz, Bez. Dresden, baut den in Fig. 1307 in Aufriss-Längsschnitt dargestellten Ofen, in dem das Trocknen unmittelbar auf Feuer erfolgt.

Im Deckel *J* des cylindrischen Aufsatzes *H* ist das Celsius-Thermometer *T* befestigt, welches die Temperatur des Trockenraumes zeigt. Die vom Ofen gelieferte erhitzte Luft steigt durch die Oeffnungen des Schmetterlings-Schiebers *F*, gelangt durch das untere Gitter *G* zu den daraufgestellten Stoff-Pappen *P* und entweicht durch die oben ringsum vertheilten Löcher *O*. Wenn Pappen eingestellt werden, genügt das unterste Gitter *G*, auf welches die Pappen *P*, in der Mitte gefaltet, gestellt werden. Zum Trocknen von Schabstoff oder Stücken kann man noch zwei weitere Gitter $G^1$ $G^2$ einlegen.

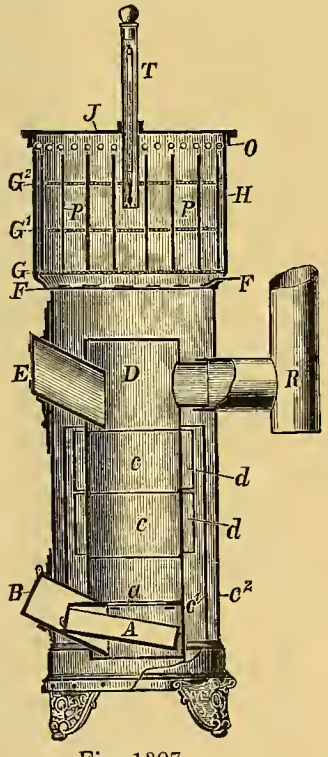


Fig. 1307.

Die Heizung erfolgt in einem aus Rost *a*, mehreren Mittelringen *c c* und dem obern Ring *D* bestehenden Füllcylinder, der mit Rippen *d* versehen und von zwei Blechmänteln $c^1$ $c^2$ umgeben ist. Der Brennstoff wird durch Füllthür *E* eingeworfen und die in den Kasten *A* fallende Asche durch die luftdicht verschliessbare Thür *B* entfernt. In dieser Thür kann man durch einen Schieber grössere oder kleinere Luftspalten herstellen und damit den Zug regeln.

Die Feuergase ziehen durch Rohr *R* ab. Die unten eintretende Luft wärmt sich am Heizkörper *ccD* und zieht in beschriebener Weise durch den Cylinder *H*.

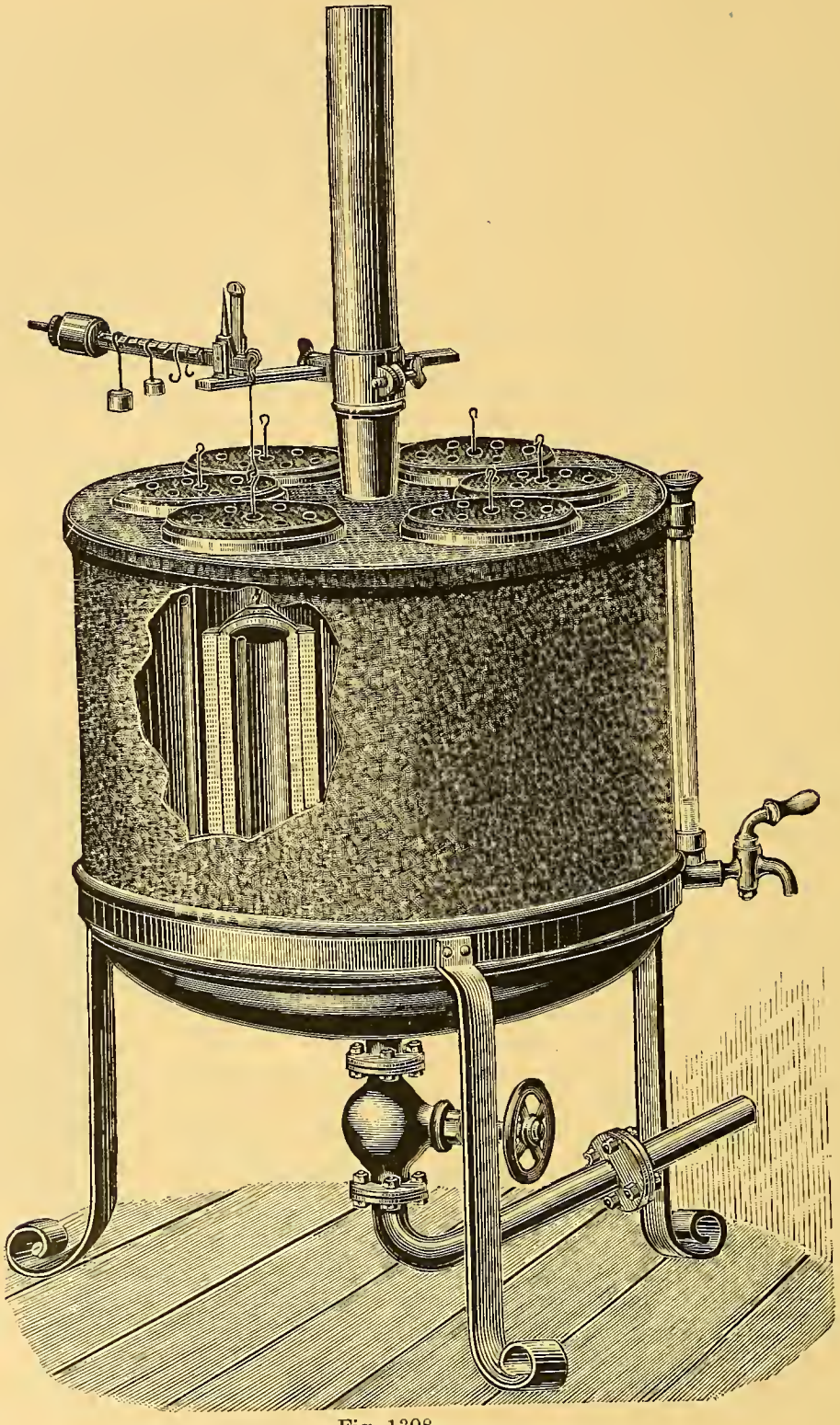


Fig. 1308.

Der nasse in Pappenform von der Entwässerungsmaschine genommene Stoff wird gewogen und dann bei 100° C. so lange getrocknet, bis sein Gewicht nicht mehr abnimmt, was man durch mehrmaliges Wägen feststellt. Der Unterschied beider Gewichte giebt das im nassen Stoff enthaltene Wasser.

Wog z. B. nasser Holzschliff 1350 g
„ „ getrockneter „ 500 g
So befand sich darin Wasser 850 g.

Der Stoff enthielt daher

$\frac{500 \times 100}{1350}$ = 37,04 pCt. Holzschliff und 62,96 pCt. Wasser.

Das so ermittelte Gewicht des Holzschliffs ist um so viel zu gering, als er an Wasser wieder aus der Luft aufnehmen würde. Auf Grund vieler Erfahrungen haben mehrere Vereine beschlossen, so zu berechnen, dass dies Trockengewicht nebst einem Zuschlag von 12 pCt. für Luftfeuchtigkeit (88×12) erst als 100 pCt., d. h. als Verkaufsgewicht anzusehen sind. Das Verkaufsgewicht ist danach für obiges Beispiel $\frac{37{,}04 \times 100}{88}$ = 42,09 pCt. des ursprünglichen Nassgewichts.

Um das Gewicht einer Sendung Holzschliff richtig zu ermitteln, muss man — gleichviel welcher Ofen zum Trocknen dient — die Proben so nehmen, dass sie einen Durchschnitt der ganzen Sendung geben. Da die Holzschliff-Päcke beim Transport an der Oberfläche etwas austrocknen, also leichter sind als bei Abgang aus der Fabrik, so nimmt man mindestens 10 Proben aus deren Innern und zwar aus Päcken, die an den verschiedensten Stellen des Wagens liegen. Von jeder dieser Proben wägt man rasch 50 g ab, ermittelt in beschriebener Weise, wieviel Stoff-Prozente sie bei 100° C. enthalten und berechnet durch Zuschlag der Luft-Feuchtigkeit das Verkaufsgewicht der Sendung.

Findet man eine Gewichtsmenge, die erheblich von derjenigen abweicht, die der Lieferant berechnet, so nimmt man nochmals 10 Proben aus dem Innern anderer Päcke, prüft und zieht die Mitte aus beiden Untersuchungen. Wenn das ermittelte Gewicht immer noch wesentlich von dem des Lieferanten abweicht, untersucht man einzelne Päcke und erkennt bei einiger Uebung bald, ob derselbe ein Versehen gemacht hat. Wenn das Gewicht der ganzen Sendung abgenommen hat, z. B. im Sommer, untersucht man die äussern Lagen, um zu ermitteln, ob der Mehrgehalt dieser Lagen das fehlende Gewicht ausgleicht. Eine Gewichtszunahme der Sendung kann nur durch Aufnahme von Wasser im Regen vorkommen und dann muss man äussere und innere Lagen prüfen, um das richtige Gewicht zu erhalten.

Der Zuschlag von 12 pCt. Wasser zu dem bei 100° C. gefundenen Gewicht gründet sich auf Ermittelungen, die in Deutschland und England wiederholt angestellt wurden und ergeben hatten, dass so getrockneter Holzschliff aus der Luft von 11,5 bis 12 pCt. Wasser aufnimmt. In einigen Ländern werden die 12 pCt. Luftfeuchtigkeit nicht in 100 pCt. eingerechnet, also 88 bei 100° getrockneter Schliff + 12 Wasser, sondern einfach zugezählt, sodass das Verkaufsgewicht aus dem bei 100° ermittelten Trockengewicht und dem Zuschlag von 12 pCt., also

aus 100 + 12 = 112 besteht. Manche Fabrikanten bestreiten die Richtigkeit der Zurechnung von 12 pCt. Feuchtigkeit und wollen nur 10 pCt. bewilligen. Es ist auch einerlei, ob ein solcher Zuschlag und welcher berechnet wird, wenn nur Lieferant und Käufer über die Art der Prüfung und Berechnung einig sind.

**497. Holzschleiferei mit Dampfkraft.** Bei der Einführung der Schleiferei galt der Besitz einer Wasserkraft als nothwendige Voraussetzung für die Erzeugung von Holzschliff. Die meisten derartigen Anlagen brauchten und hatten keinen Dampfkessel, und auch jetzt (1894) ist dies noch die Regel. Die Abnahme der Wasserkraft ist bei Schleifereien weniger empfindlich als bei vielen andern Fabriken, weil sie nur wenig Arbeitskräfte benöthigen, diese bei niedrigem Wasserstand mit dem Schärfen der Steine beschäftigen usw. Seitdem jedoch in einigen Jahren und besonders 1893 in Europa ungewöhnliche Trockenheit geherrscht, der Betrieb der Schleifereien dadurch grosse Einschränkung erfahren hatte, und durch Vereinigung der deutschen Schleifereien zu gemeinsamem Verkauf ihrer Erzeugnisse erheblich höhere Preise erzielt wurden, sind mehrere neue mit Dampfkraft betriebene Anlagen in Deutschland entstanden.

Durch grosse Fortschritte in der Ausnutzung des Dampfes, besonders durch Anwendung hoch gespannten Dampfes (bis 15 Atmosphären) und dreifache Expansion ist es möglich geworden, mit weniger als 1 kg Steinkohle (mit 0,75 kg) den zur Erzeugung einer Pferdestärke während einer Stunde nöthigen Dampf zu entwickeln, und es ist anzunehmen, dass dieser Kohlenbedarf bei grossen Anlagen noch Verminderung erfahren wird. Nimmt man den Kohlenverbrauch auf die Pferdekraft und Stunde zu etwa 1 kg an, so braucht man zum Schleifen von 50 kg in 24 Stunden $4 \times 24 = 96$ oder rund 100 kg Kohlen, d. h. 2 kg Steinkohlen auf 1 kg Holzschliff. Diese Ausgabe kann zum Theil dadurch wieder ausgeglichen werden, dass man die Schleiferei unmittelbar an guten Transportwegen anlegen kann, also gegenüber den meisten Wasserkräften erheblich an Frachten spart. Selbstverständlich wird man solche Anlagen auch nur da ausführen, wo Holz und Kohle billig sind, und das Absatzgebiet nicht weit entfernt ist.

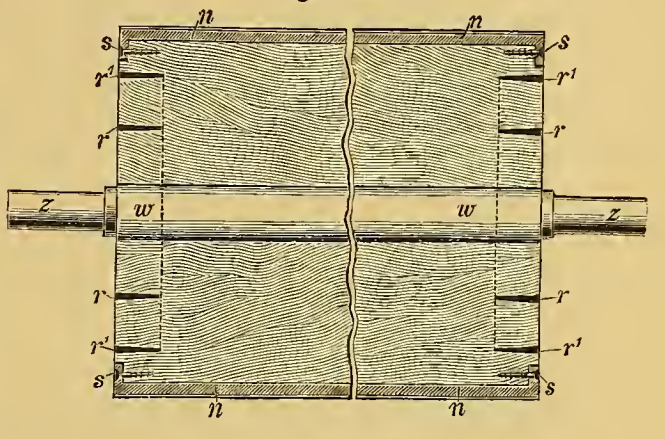
Ausser dem Bedarf an Kohlen ist bei Verwendung von Dampfkraft auch eine erhebliche Ausgabe für deren Unterhaltung, Bedienung und Schmieröl zu rechnen. Je grösser und vollkommener die Krafterzeugung ist, desto weniger entfällt von diesen Ausgaben auf jede Pferdestärke, da dieselben für 2000 Pferdestärken nicht viel mehr ausmachen als für 1000. Während die in den Jahren 1891 bis 1893 erbauten Dampfkraft-Schleifereien Maschinen von 750 bis 1000 Pferdestärken haben, werden daher jetzt schon solche von 2000 Pferdestärken geplant.

Gut gelegene, nicht allzu veränderliche Wasserkraft wird sich für Holzschleifen stets vortheilhafter erweisen als Dampfkraft, aber schlecht, d. h. entfernt von den Transportwegen liegende, die vielleicht nicht einmal durch billiges Holz die Nachtheile der Lage ausgleicht, mag kostspieligern Betrieb veranlassen als gut gelegene Dampfkraft. In Ländern wie Deutschland, wo grosse, gut gelegene Wasserkräfte selten und theuer sind, und Holzschliff in grossen Mengen gebraucht wird, kann daher die Anwendung von Dampfkraft zu dessen Erzeugung in manchen Fällen räthlich sein.

## PAPPEN AUS WEISSEM ODER BRAUNEM HOLZSCHLIFF.

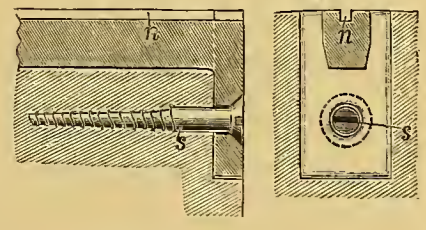
**498. Holzpappen in Bogen.** Wenn man den Holzschliff nicht lediglich in verkaufs- und versandtfähige Form bringen, sondern handelsübliche Pappen daraus anfertigen will, so geschieht dies mit Maschinen, die wenig anders als die zum Auspressen des Stoffes dienenden, oder die auf Seiten 853 und 855 dargestellten gebaut sind. In Europa, wo Langsiebe mehr in Gebrauch sind, werden solche auch bei Pappenmaschinen vielfach angewandt. In den Vereinigten Staaten von Amerika sind Siebcylinder mehr eingebürgert, finden ausgedehntere Anwendung und bilden auch den wesentlichen Bestandtheil aller Pappenmaschinen. Da dieselben erheblich weniger Unterhaltungskosten verursachen als Langsiebe, so treten sie auch in Europa bei Pappenmaschinen aller Art immer mehr anstelle der letzteren.

Fig. 1309.




In jedem Falle — gleichviel ob die Maschine mit Siebcylinder oder Langsieb arbeitet — muss die Walze, auf welcher sich das vom Filz abgegebene Papier aufwickelt, zur Herstellung von Pappen anders gebaut sein als bei Stoffmaschinen, weil Pappen in bestimmter Länge, Breite und Dicke verlangt werden, während die Grösse der Tafeln, in welchen Stoff geliefert wird, gleichgiltig ist. Sie muss solchen Umfang haben, dass die darauf gebildete Pappe ohne erheblichen Abschnitt eine, zwei, oder mehr Pappen von gewünschter Länge oder Breite ergiebt. Um vielerlei Pappengrössen anfertigen zu können, muss man mit Aufrollwalzen von verschiedenen, den Formaten entsprechenden Durchmessern versehen sein, wesshalb dieselben die zutreffende Bezeichnung »Formatwalzen« haben.

Fig. 1310. Fig. 1311.




Eine solche von der Maschinenfabrik Act.-Ges. vorm. Wagner & Co. in Cöthen aus Buchenholz angefertigte Formatwalze ist in Fig. 1309 in 1:10 der wahren Grösse in Längsschnitt, durchbrochen, dargestellt. Die quadratische schmiedeiserne Welle $w$ ist mit runden Zapfen $z$ versehen und an den Enden mit in das Hirnholz getriebenen schmiedeisernen Ringen $r$ und $r^1$ gegen Nachgeben des Holzes gesichert. Eine der in die Walze eingesetzten, mit Holzschrauben $s$ befestigten, aus Messing angefertigten Nuthen $n$ ist in Figg. 1310 und 1311 in halber wahrer Grösse dargestellt.

Sobald die gewünschte Zahl von Lagen aufgewickelt ist, die Pappe also die richtige Dicke erlangt hat, fährt der Arbeiter von einem Ende der Walze her mit einem

Messer längs der Nuth *n* hin und spaltet die hier noch weiche Stoffmasse mühelos durch. Dies geschieht in nur einer Nuth, wenn die Pappe die Länge des Umfangs der Walze erhalten, in zwei Nuthen, wenn sie nur halb, und in drei wenn sie ein Drittel so gross werden soll. Die Pappenmaschinen laufen so langsam, dass das Abschneiden bequem ausgeführt werden kann. Um es jedoch rascher zu bewirken, als es mit dem Messer möglich ist, hat man auch einen starken Faden oder Draht in die Nuth *n* gelegt, welcher von der sich bildenden Pappe eingeschlossen wird. Der am hintern Ende der Nuth befestigte, am vordern aber lose in einer federnden Klammer liegende Draht wird behufs Theilung der Pappe an diesem Ende rasch in die Höhe geführt und nach erfolgtem Durchschneiden sofort in die Nuth zurückgelegt.

Hölzerne Formatwalzen bekommen, wenn sie nicht beständig nass, sondern abwechselnd nass und trocken werden, leicht Sprünge und erschweren durch diese das glatte Abnehmen der Pappen. Mit eisernen Walzen vermeidet man diese Gefahr, hat aber zu gewärtigen, dass sie Rost ansetzen und diesen auf die Pappen übertragen. Wenn man solche eiserne Walzen im Anfang mehrmals im Tag mit Wasser wäscht, welchem etwas Essig beigemischt ist, soll die Oberfläche allmälig schwarzen Glanz annehmen und gegen Rosten ziemlich unempfindlich werden. Messingne oder kupferne Formatwalzen, die keine der erwähnten Nachtheile befürchten lassen, dürften, da bei Anfertigung vieler Formate eine grössere Anzahl davon nöthig ist, in den meisten Fällen zu theuer sein.

Die Pappen werden auf der Seite, welche auf der Formatwalze liegt, fest und glatt, bleiben aber rauh, wo sie auf dem Filz liegen. Um auch diese äussere Seite etwas vorzuglätten, wird manchmal auf die Formatwalze, unmittelbar über der Stelle, wo die Pappe den Filz verlässt, eine Gummi- oder Messingwalze von etwa 10 cm Durchmesser gelegt, welche von Gewichtshebeln gegen die sich aufrollende Pappe gepresst wird. Wenn sie sehr genau gearbeitet ist und auf die ganze Breite gleichmässig drückt, wird sie zur gleichmässigen Glätte beider Pappenseiten erheblich beitragen.

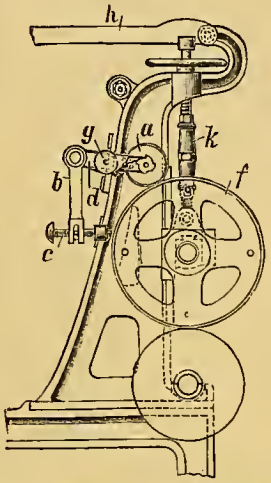
Sollen die Pappen nicht die volle Breite des auf den Cylinder gespannten Siebes haben, so muss links und rechts ein Theil des Siebes durch Bedecken mit Wachstuchstreifen oder anderm undurchlässigen Stoff unwirksam gemacht werden.

Damit die Pappen recht fest und thunlichst entwässert werden, lässt man noch möglichst starken, von Gewichtshebeln ausgeübten Druck auf die Format-Walze wirken. Schraubendruck wäre hierzu ungeeignet, weil derselbe die Walze verhindern würde, sich soweit zu heben, dass die zu Pappe vereinigten Stofflagen zwischen ihr und dem Filz Raum finden. Wenn die gewünschte Pappendicke durch Aufwickeln einer Anzahl Papierlagen erreicht ist, schlägt eine Glocke an und giebt damit das Zeichen, dass die Pappe abgelöst werden muss.

Zwei verschiedene Einrichtungen hierzu sind an den von F. W. Strobel, Maschinenfabrik in Chemnitz, gebauten, in Figg. 1312 und 1314 in Aufrissen und in Figg. 1313 und 1315 in Grundrissen in 1 : 20 der wahren Grössen dargestellten Formatwalzen angebracht. Die Formatwalze *f* besteht aus Rothbuche oder Eisen, welch letzteres manchmal auch verzinkt ist, und wird von am Ende mit Gewichten belasteten Hebeln *h* durch Vermittlung der einstellbaren Schraubenbolzen *k* niedergepresst. Bei der Bauart Figg. 1312 und 1313 ist das Röllchen *a* so nahe an

die Oberfläche der Walze *f* gestellt, dass es von dieser mitgedreht wird, sobald die Pappe zu der erforderlichen Dicke aufgewickelt ist. Mit dem Röllchen *a* dreht sich das damit verbundene Daumenrädchen, welches den Hammer der Glocke *g* in Bewegung setzt. Sobald der Maschinenführer das Klingeln hört, schneidet er in den (nicht gezeichneten) Nuthen der Walze *f* die Pappe durch, so dass diese sich auf den anstossenden Tisch legt. Röllchen *a* mit Glocke *g* und Schlagwerk sitzt in einer Gabel *d*, die sich auf Stange $d^1$ verschieben lässt. An der Führungsseite der Maschine ist auf Stange $d^1$ ein Hebelarm *b* befestigt, mit Hilfe dessen $d^1$ gedreht und damit auch das Röllchen auf und ab bewegt werden kann. Eine Stellschraube *c*, deren Mutter am Gestell befestigt ist, geht zwischen den Gabel-Enden des Hebels *b* durch und kann denselben durch Vermittlung eines Stiftenringes nach rechts oder links bewegen. Durch jede solche Verschiebung wird das Röllchen *a* näher an die Formatwalze gestellt oder davon entfernt, und das Klingelsignal ertönt bei geringerer oder grösserer Dicke der Pappe. Der Führer muss aus Erfahrung wissen, wie dick die aufgerollte nasse Pappe sein muss, und wie er demnach Schraube *c* zu stellen hat, um trockene Pappen von vorgeschriebener Dicke zu erhalten. Das Stellen wird häufig durch einen Zeiger erleichtert, dessen Stellung auf einer Skala bestimmt, bis zu welcher Dicke die Pappe sich aufwickelt.

Fig. 1312.



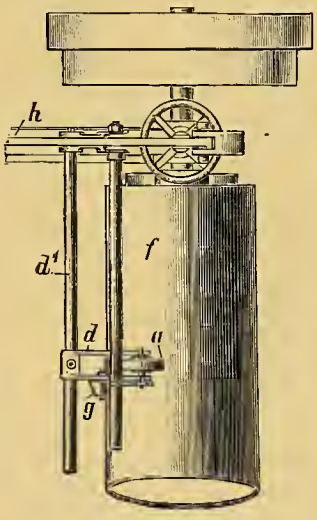
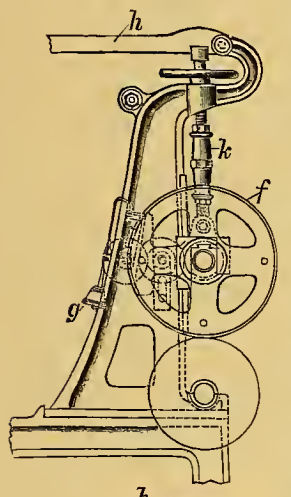




Fig. 1313.

Fig. 1314.



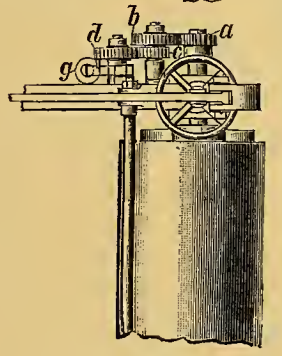
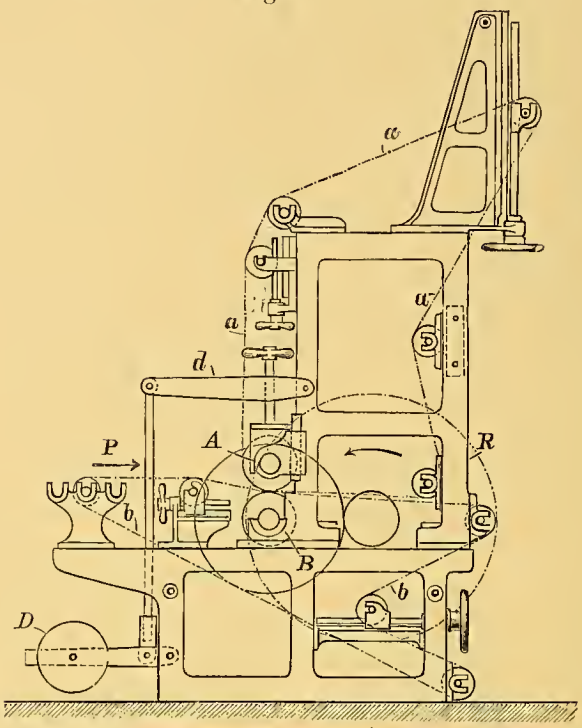




Fig. 1315.

Bei der Bauart Figg. 1314 und 1315 ertönt die Glocke nicht, wenn die Pappe auf der Formatwalze zu bestimmter Dicke aufgewickelt ist, sondern sobald eine gewünschte Zahl von Papierlagen aufgerollt ist, nachdem sich also die Formatwalze *f* ebenso oft gedreht hat. Glocke *g* ist hier am Gestell befestigt und wird von einem Stift des Zahnrädchens *d* in Bewegung gesetzt, klingelt also, so oft *d* eine Umdrehung gemacht hat. Das Rädchen *d* erhält seine Bewegung von der Formatwalze *f* aus, durch Vermittlung der Zahnrädchen *a b c*, die man so auswechseln kann, dass die Glocke ertönt, wenn sich die Formatwalze 2, 3, 4, 5 und mehrmal gedreht hat, wenn also ebenso viele Lagen Papier aufgewickelt sind.

Bei den auf Seiten 853 und 855 dargestellten Maschinen hat man nur die obere Presswalze durch die beschriebene Formatwalze zu ersetzen, um damit Pappen herstellen zu können. Zum Ablegen der Pappen dient ein Tisch, den man möglichst nahe an die Formatwalze heranschiebt. Die so erzeugten Holzpappen enthalten noch 65 bis 67 Prozent Wasser, d. h. 33 bis 35 lufttrocknen Stoff. Zu weiterer Entwässerung werden sie von vielen Fabrikanten zwischen Eisenplatten und Filzen dem Druck einer hydraulischen Presse ausgesetzt, wobei sie noch 15 bis 17 pCt. Wasser verlieren. Das Zusammenlegen der Pappen zwischen Metallplatten und Filze, das Pressen und Herausnehmen verursacht jedoch viel Handarbeit und lässt die Einführung einfacherer Einrichtungen erwünscht erscheinen.

Fig. 1316.




In Figg. 1316 und 1317 ist eine zu diesem Zweck von J. M. Voith in Heidenheim a. Brenz, Württemberg, gebaute Walzenpresse in 1 : 30 der wahren Grösse in Auf- und Grundriss dargestellt. Die beiden Presswalzen *A* und *B*, zwischen denen die Pappen durchgehen, sind von Filzen *a* und *b* eingehüllt und diese in üblicher Weise mit Trag-, Leit- und Streckwalzen versehen. Den Druck der obern Walze *A* kann man durch das verstellbare Gewicht *D*, welches auf Hebel *d* einwirkt, erheblich vergrössern. Der Antrieb erfolgt von Riemscheibe *R* aus mittels Zahnräder $r\ r^1$ auf die untere Walze *B*. Die Pappen werden bei *P* auf Filz *b* gelegt, von diesem in der Richtung des Pfeils durch die Walzen *A B* geführt und verlassen die Presse mit etwa 50 pCt. Wassergehalt.

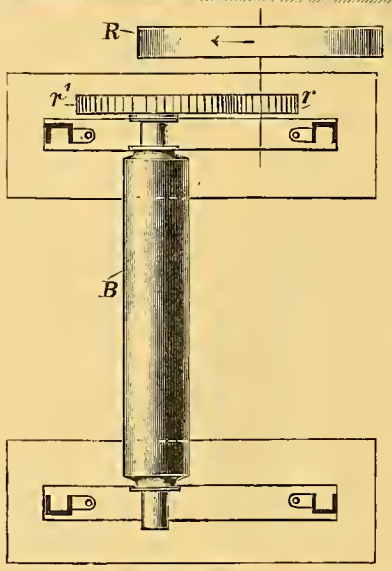
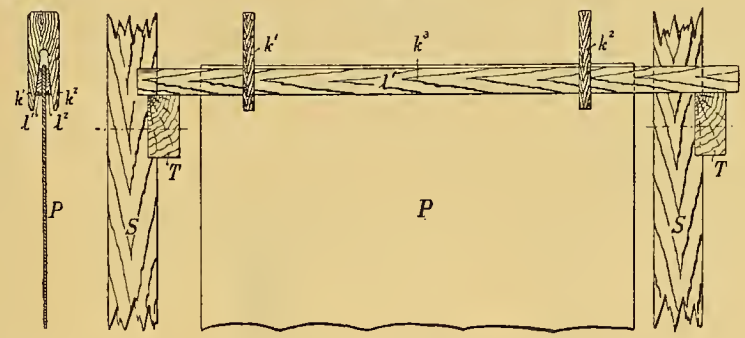



Fig. 1317.

**499. Trocknen von Bogen-Pappen.** Pappen, die in Bogen von der Maschine genommen und soweit als möglich durch Auspressen entwässert sind, müssen dadurch getrocknet werden, dass ihnen wie der Wäsche der Hausfrau Gelegenheit geboten wird, ihren Wassergehalt in die umgebende Luft auszudünsten. Diese Verdunstung kann durch höhere Temperatur, also Heizung, sowie durch stetige Erneuung der umgebenden Luft erheblich beschleunigt werden.

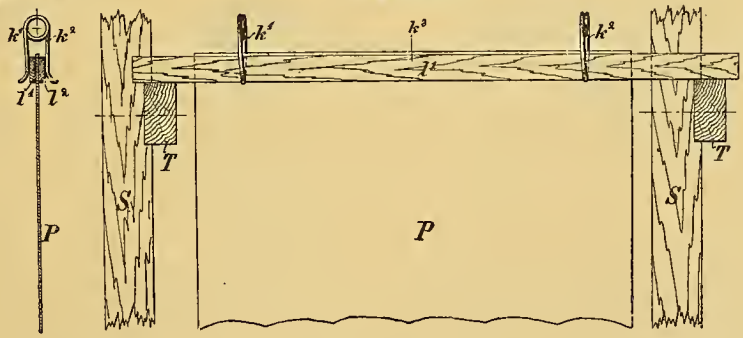
Da das früher übliche Trocknen auf Rasen und an der Sonne in unserm Klima zu unsicher ist, so musste man es durch Trocknen unter Dach ersetzen,

Fig. 1318. Fig. 1319.




sobald regelmässige Erzeugung grosser Mengen nöthig wurde. Um den Raum im Gebäude möglichst auszunützen, hing man die Pappen wie Büttenpapier auf, indem man sie an einem ihrer Ränder in Klammern zwängte und mit diesen auf Schnüre reihte. Da letztere aber der Last der schweren Pappen zu sehr nachgaben, ging man zu der in Figg. 1318 und 1319 dargestellten Aufhängung über. Die Pappe $P$ wurde hierbei mit Holzleisten $l^1$ $l^2$ von keilförmigem Querschnitt zwischen die Schenkel $k^1$ $k^2$ zweier Holzklammern gefasst und hing von diesen

Fig. 1320. Fig. 1321.



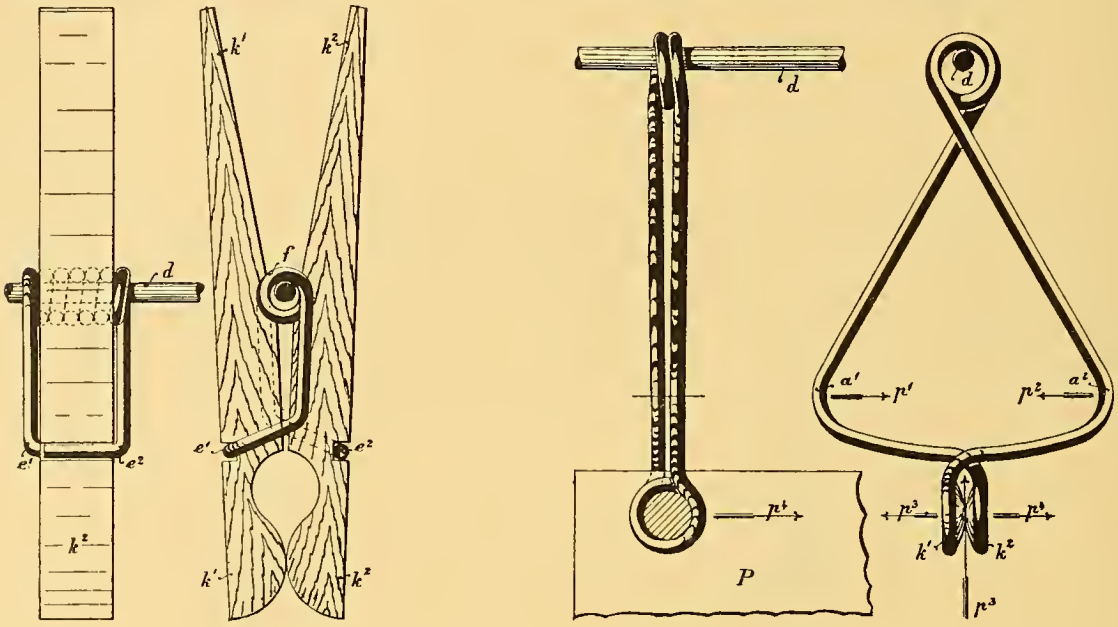

frei herab. Nöthigenfalls wurde bei $k^3$ eine dritte Klammer aufgesetzt. Die Leisten $l^1$ $l^2$ wurden auf waagrechte Träger $T$ gelegt, die an den senkrechten Pfosten $S$ befestigt waren.

Anstatt der Holzklammer wurde dann die elastischere Drahtklammer eingeführt, deren Anwendung in Figg. 1320 und 1321 dargestellt ist. Die Buchstaben bezeichnen hier dieselben Theile wie bei den vorhergehenden Figuren.

Die aus hölzernen Schenkeln bestehende amerikanische Scheerenklammer ist in Figg. 1322 und 1323 dargestellt. Die Spiralfeder $f$ drückt mit ihren Ausläufern $e^1$ $e^2$ die Schenkel $k^1$ $k^2$ zusammen, federt aber beim Zusammendrücken der oberen Schenkel-Enden auseinander. Die Feder-Spiralen $f$ werden auf gespannte Drähte $d$ gereiht. Eine andere auf einem Draht $d$ hängende, federnde Drahtklammer, die auch ohne hölzerne Klemmlatten verwendet werden kann, ist in Figg. 1324 und 1325 dargestellt. Wenn man die Klammerschenkel an den Punkten $a^1$ $a^2$ in den Pfeil-Richtungen $p^1$ und $p^2$ zusammenpresst, gehen die Klemmer $k^1$ $k^2$ in den Richtungen der Pfeile $p^3$ $p^4$ auseinander und lassen die Pappe $p^3$ oder $P$ frei.

Ingenieur Bruno Meinert, Berlin, dessen Schriften die Darstellungen der angeführten Klammern entstammen, hat Erfindungspatente auf selbstthätige Klammern

Fig. 1322. Fig. 1323. Fig. 1324. Fig. 1325.




und Klammerkämme erhalten, welche das Aufhängen der Pappen erleichtern. Er vereinigte eine Reihe von Klammern gleicher Art, indem er denselben, wie in Fig. 1326 gezeigt, in Leiste $o$ eine gemeinsame Grundlage gab. Die Klammern selbst sind in Fig. 1327 deutlicher gezeichnet und bestehen aus je zwei an die Leiste $o$ genagelten Blechwangen, in denen eine hölzerne Rückwand sitzt und die zum Klemmen dienenden hölzernen Klauen $k$ (Fig. 1326) drehbar befestigt sind. Die Klammerleisten $o$ sitzen an stärkeren Traglatten $l$, welche genügenden Widerstand gegen Biegen und Brechen leisten. Die Klammern bieten den Vortheil, dass sie die von unten eingeschobenen Pappen $P$ oder Papiere selbstthätig festklemmen. Das vordere

freie Ende der Klaue lehnt sich nämlich an die hölzerne Rückwand der Nachbar-Klammer und muss nach oben ausweichen, wenn eine Pappe von unten eingeschoben wird. Sobald die Pappe aber in der Klammer hängt, wird sie von ihrem Gewicht abwärts gezogen, nimmt dabei die Klaue mit und klemmt sich dadurch immer fester. Das Einschieben der Pappen von unten wäre bei Einzelklammern nicht

Fig. 1326.

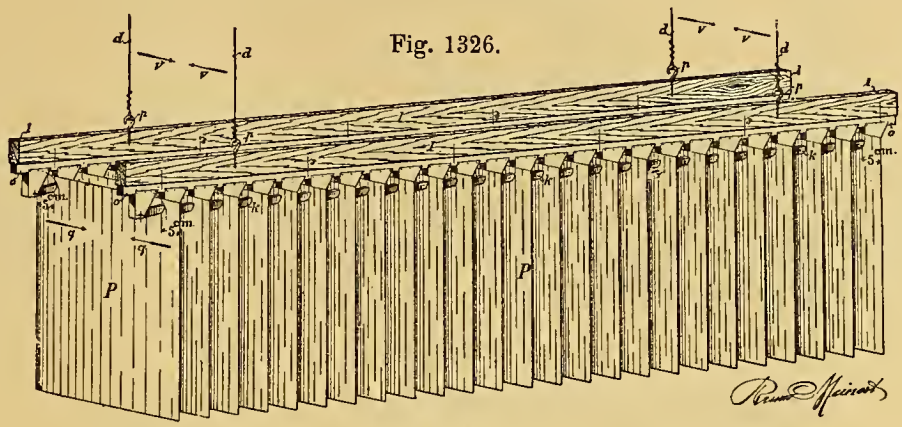
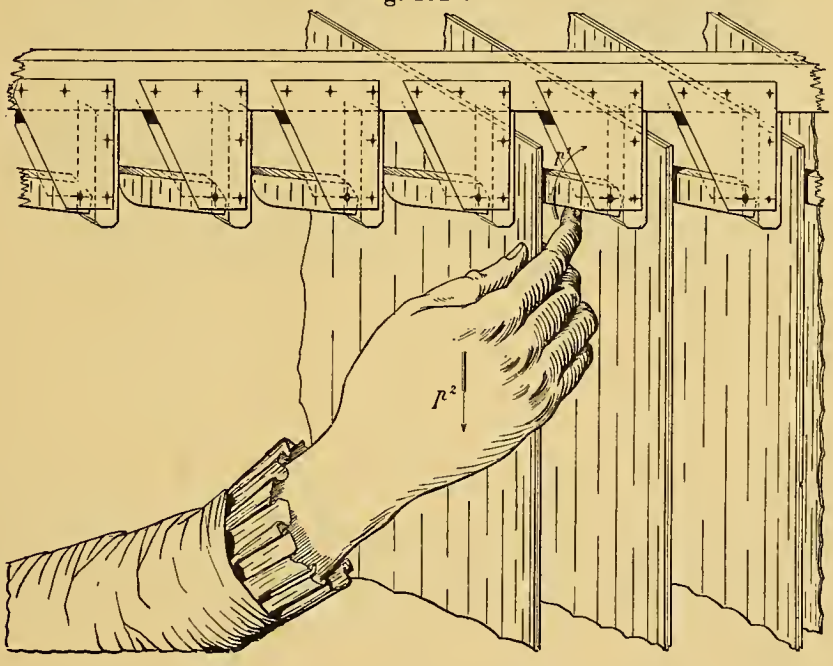


Fig. 1327.

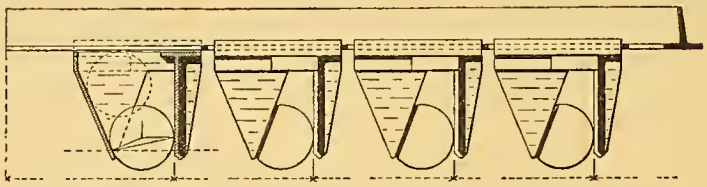


möglich, weil diese nicht ruhig bleiben, sondern ausweichen. Klammerleisten oder -Kämme wie die beschriebenen bieten jedoch Widerstand genug, um beim Einschieben von Pappen ihre Lage zu behalten. Beim Abhängen nach erfolgtem Trocknen fasst die Arbeiterin die Pappen meistens wie in Fig. 1327 dargestellt an, hebt die Klaue in der Richtung des Pfeils $p^1$ und nimmt die eingespannten Pappen ab, indem sie ihre Hand in der Richtung des Pfeils $p^2$ abwärts bewegt.

Durch diese reihenweise feste Anordnung der Klammern erspart man daher den vorher beschriebenen Einzelklammern gegenüber beim Auf-, Um- und

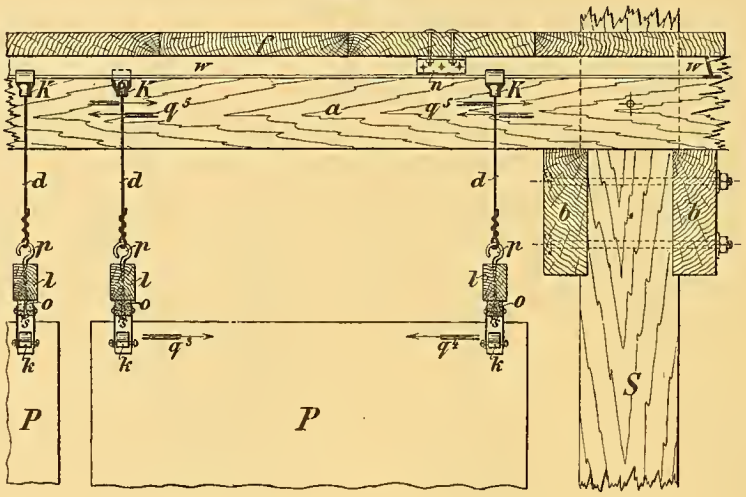
Fig. 1328.

Fig. 1329.



Abhängen viele Handgriffe, erleichtert also die Arbeit. Ausserdem kann man den Trockenraum durch Befestigung der Klammern in gleichen Abständen besser ausnützen, als wenn man dieselben von Hand einzustellen hat und erreicht durch die zwischen den Pappen gebildeten gleichen Zwischenräume gleichmässigere Trocknung.

Fig. 1330.




Seit Erscheinen der Meinert'schen Klammerkämme sind mehrere selbstthätige Klammern abweichender Bauart aufgetaucht, die aber alle auf dem Meinert'schen Grundgedanken beruhen, beispielsweise die in Figg. 1328 und 1329 dargestellte. Hier ist die Klaue garnicht befestigt, sondern besteht aus einem Cylinder (bei anderen aus einer Kugel), der beim Einschieben der Pappe nach oben ausweicht.

Die Klammerkämme wurden zu Anfang ihrer Einführung mit ihren freien Enden auf festgenagelte waagrechte Latten gelegt. Um jedoch die Pappen in jeder Höhenlage aufhängen zu können, zieht Herr Meinert vor, die Traglatten *l*, wie aus Fig. 1326 ersichtlich, mit Haken *p* zu versehen, die an verzinkten Eisendrähten *d* hängen. Die beiden Klammerkämme müssen jedoch, je nachdem die Pappen *P* breit oder schmal sind, weiter oder enger stehen, z. B. bei schmalen Pappen in der Richtung der Pfeile *q* und *v* zusammengerückt werden.

Zur Erleichterung dieses Verstellens wendet Meinert die in Figg. 1330 und 1331 in 1 : 12 der wahren Grösse dargestellte Einrichtung an, welche auch den Vortheil bietet, dass die Klammern nicht starr bleiben, sondern beim Schwinden der Pappen (durch Pfeile $q^3$ $q^4$ angezeigt) infolge Trocknens mitgehen. Das obere Ende jedes Hängedrahtes $d$ ist zu diesem Zweck mit einer Schlinge versehen, die, wie in Fig. 1330 links gezeichnet, in einem kleinen gusseisernen Gleitbacken $K$ beweglich eingekapselt ist. Letzterer hängt an einem langen ⊥ Eisen $w$, welches mit Haltern $n$ am Gebälk $f$ des Trockenraums befestigt ist, und lässt sich auf $w$ nach Bedarf verschieben, also in der Richtung der Pfeile $q^5$ verstellen, wenn Pappen $P$ von geringerer Breite als in Fig. 1330 gezeichnet, aufgehängt werden sollen.

Falls die Trockenräume so hoch sind, dass zwei Pappen übereinander hängen können und möglichste Ausnutzung gewünscht wird, so kann man zwischen je zwei der in Fig. 1330 gezeichneten Pappen einen Draht herabhängen lassen, der bis über den untern Rand der Pappen $P$ hinab reicht und dort zum Tragen einer zweiten Pappen-Reihe dient.

Fig. 1331.

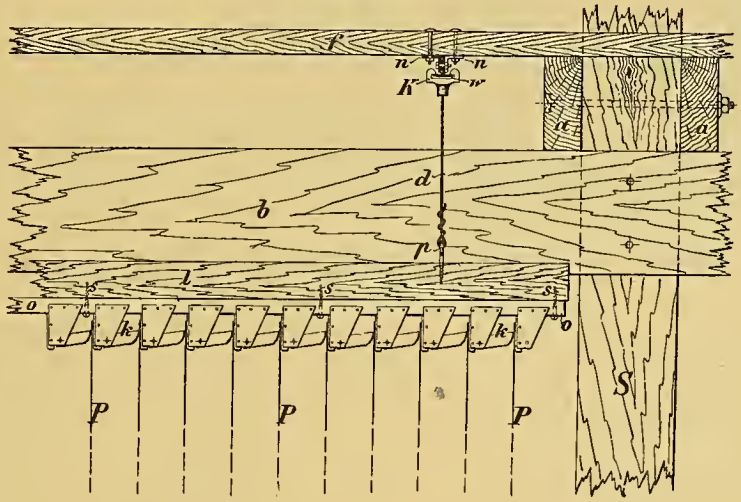



Fig. 1332 giebt in 1 : 200 der wahren Grösse einen Theil des Grundrisses eines Sommer-Trockenhauses, worin die Pappen von der durch Fensterläden ein- und abziehenden Luft getrocknet werden. Die darin untergebrachten 18 Reihen von Pappen hängen in beschriebener Weise so, dass die Luft ohne Hinderniss zwischen ihnen durchziehen kann, und dass man sie bequem von den Gängen aus ab- und aufhängen kann. Treppe und Fahrstuhl liegen möglichst in der Mitte. Die eingeschriebenen Maasse sind Millimeter.

Zur Verstellung der Stell-Läden in solcher Weise, dass der von irgend welcher Richtung kommende Wind in der Richtung der Pappen-Aufhängung durch die Trockenräume zieht, hat Meinert die in Fig. 1333 gezeichnete Einrichtung getroffen. Die auf Balken $L$ stehenden Läden oder Jalousieen $J$ werden gemeinsam mittels Stangen $z$ gestellt, welche von dem eisernen Griff $m$ ausgehen und durch

diesen vom Schneckengetriebe $T$ und Hebel $g$ ihre Bewegung erhalten. Um eine Aenderung in der Stellung der Läden zu veranlassen, setzt man eine Kurbel auf den nach innen vorstehenden Vierkant des Schneckentriebes und dreht, bis die Läden, wie in Fig. 1333, so stehen, dass der darauffallende Luftstrom senkrecht

Fig. 1332.

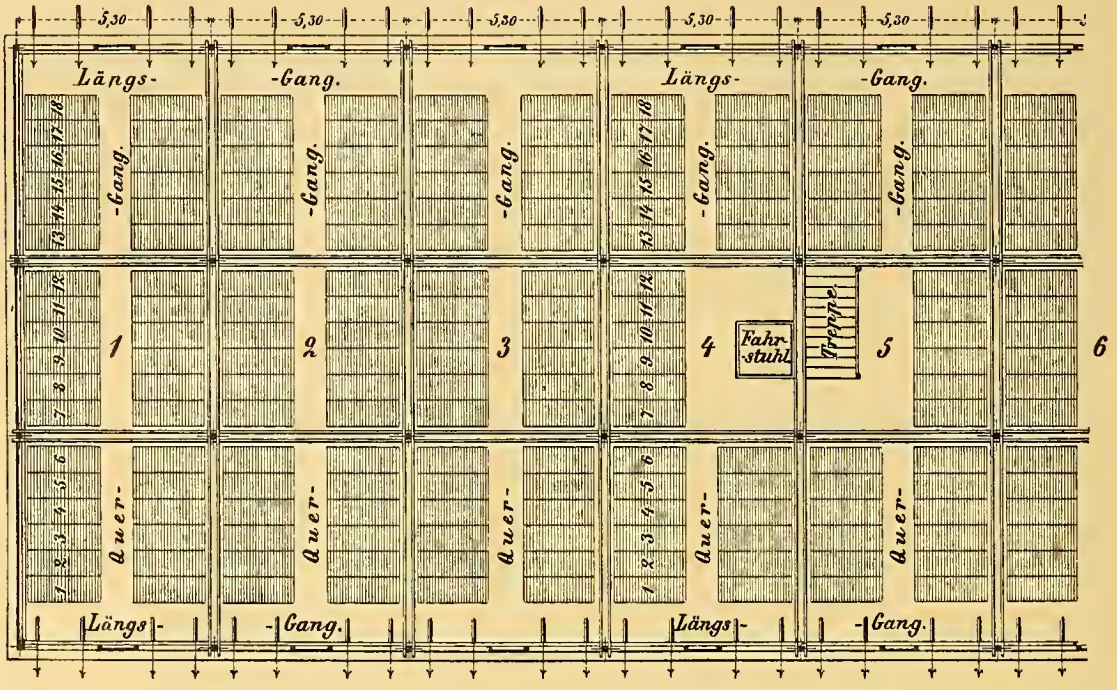
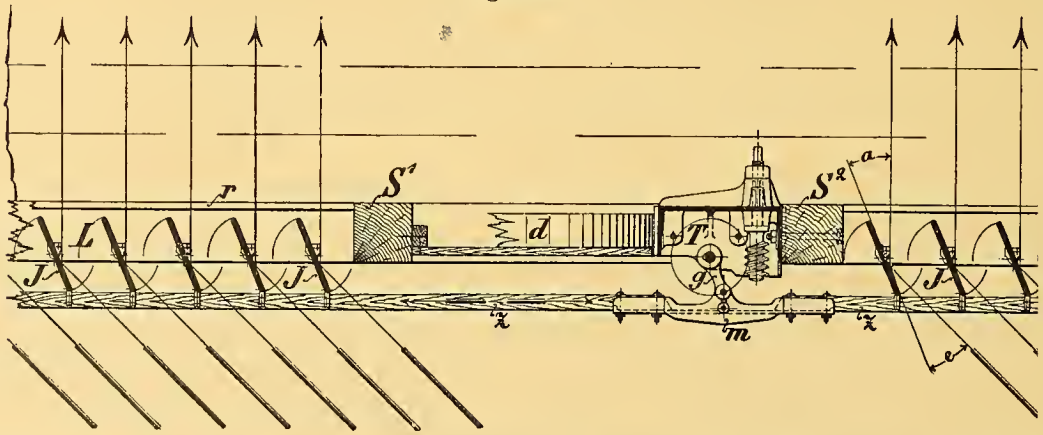


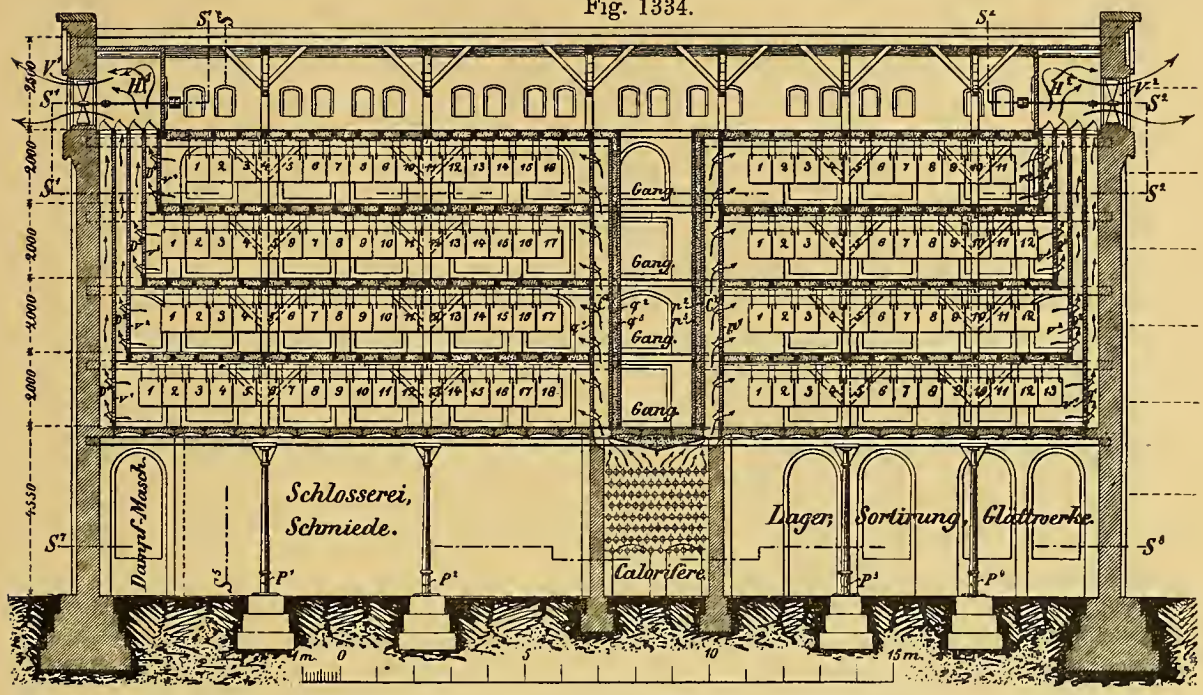

Fig. 1333.




zur Längswand nach innen gelenkt wird, bis also der Winkel $e$, den die Windrichtung mit den Läden bildet, gleich dem innern Winkel $a$ ist. Die Theile der Längswände, in denen diese Stellvorrichtungen sitzen, bilden den Abschluss der Quergänge. Sie sind von Pfosten $S^1$ $S^2$ begrenzt und mit Brettern auf Querriegeln $d$ verschalt.

In Figg. 1334 und 1335 ist in 1 : 200 der wahren Grösse ein sogen. Wintertrockenhaus in Aufriss-Schnitt nach $S^3$ $S^4$ des Grundrisses und in Grundriss

Fig. 1334.



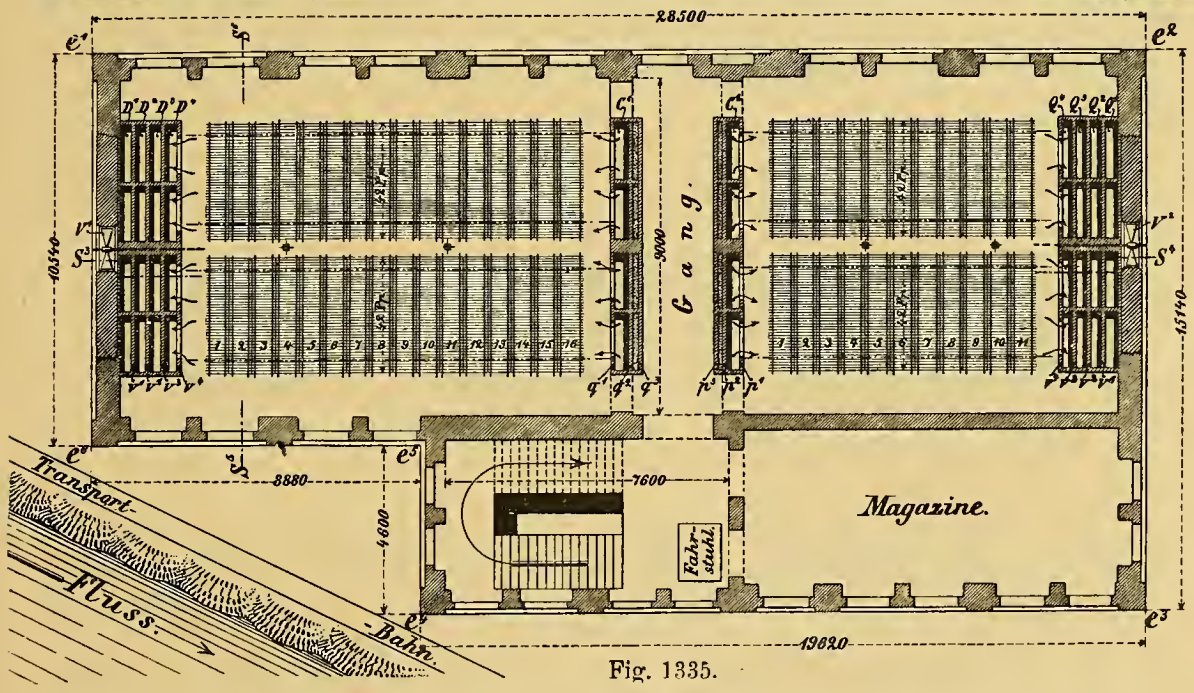




Fig. 1335.

nach $S^1$ $S^2$ des Aufrisses dargestellt, welches Meinert für eine Papier- und Pappen-Fabrik gebaut hat. Die eingeschriebenen Maasse sind Millimeter. Die Stockwerke sind nur so hoch, dass ein Mann gut darin gehen kann, die Böden zwischen

denselben bestehen aus Gebälk mit Fussboden, unterer Verschalung und Füllung aus schlecht wärmeleitendem Stoff. Die Umfassungswände $e^1$ $e^2$ $e^3$ $e^4$ $e^5$ $e^6$ sind gemauert, das mit gewölbter Decke und Säulen $P^1$ $P^2$ $P^3$ $P^4$ versehene Erdgeschoss dient zur Aufnahme von Dampfmaschine, Schlosserei, Lager usw., sowie des Heizofens oder Calorifère. In einem Anbau sind Treppe, Fahrstuhl usw. untergebracht. Die unten eintretende frische Luft streicht zwischen den Heizrohren des Ofens durch und geht in der Richtung der Pfeile in die beiden senkrechten Leitungen $C^1$ $C^2$, welche durch Doppelwände $q^2$ $q^3$ oder $p^2$ $p^3$ von dem Mittelgang getrennt sind und die warme Luft durch Oeffnungen der Wände $q^1$ und $p^1$ nach den Pappen hin ausströmen lassen. An beiden Enden des Trockenhauses sind durch Wände Abzüge in solcher Weise gebildet, dass Kanäle $D^1$ und $Q^1$ aus dem untersten, $D^2$ $Q^2$ aus dem zweiten, $D^3$ $Q^3$ aus dem dritten und $D^4$ $Q^4$ aus dem obersten Trockensaal die mit Feuchtigkeit beladene Luft in Vorräume $H^1$ $H^2$ führen, aus denen sie durch Exhaustoren $V^1$ $V^2$ von der Seite 851 beschriebenen Art abgesaugt wird. Die Trockenräume und Luftwege sind nach allen Seiten gut gegen Abkühlung geschützt, so dass bei geeigneter Regelung der Luftein- und -Auslässe mit verstellbaren Schiebern wenig Wärme verloren gehen kann. Mit der Anlage werden in 24 Stunden von vier eingearbeiteten Leuten 2500 kg Pappen getrocknet. Das Haus dient zwar zum Trocknen anderer Pappen, würde sich aber auch für solche aus Holzschliff eignen.

**500. Kanal-Trockner.** Um die kostspielige Anlage von Trockenhäusern zu vermeiden, sind auch Einrichtungen zum ununterbrochenen Trocknen von in hängendem Zustand fortbewegten Pappen getroffen worden. Der aus der ersten Ausgabe dieses Buches übernommene Kanal-Trockner wurde von Herrn Kommerzienrath Moritz

Fig. 1336.

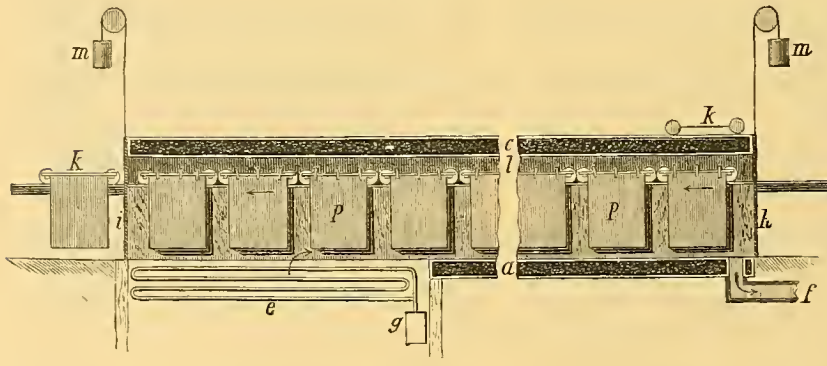
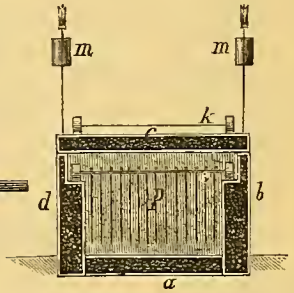



Fig. 1337.




Behrend in der Pappenfabrik Fuchsmühle zu Varzin in Hinterpommern gebaut und hat viele Jahre gute Dienste geleistet. Bei dem 1892 erfolgten Neubau wurde derselbe überflüssig und beseitigt, weil der erzeugte Schliff seitdem an die beiden andern Varziner Fabriken abgeliefert und weder zu Pappen geformt noch getrocknet wird.

Die in Figg. 1336 und 1337 skizzirten Längs- und Querdurchschnitte sollen die Erklärung erleichtern. Der innere Boden des Trocken-Kanals lag auf gleicher Höhe mit dem Fussboden, seine Wandungen *a b c d* bestanden aus innern und äussern Verschalungen, deren Zwischenraum mit Moos ausgestopft war. An

einem Ende hatte der Kanal auf einer Länge von 4 m keinen Boden, die Oeffnung war aber von 24 Strängen $3^1/_2$ zölliger Heizröhren *e* eingenommen, welche vom Dampfkessel gespeist wurden und das Dampfwasser in einen Sammeltopf *g* abgaben. Der Durchzug von Luft wurde von einem Ventilator bewirkt, welcher irgendwo in der Fabrik aufgestellt war, dessen hölzerner Saugkanal *f* aber an dem der Heizung entgegengesetzten Ende in den Boden *a* der Trockenkammer mündete. Die Luft musste durch den einzigen offenen Zugang aus dem untern Raume zwischen den Röhren *e* eintreten, sie erwärmte sich an denselben, wurde durch die ganze Trockenkammer gezogen und ging durch den Kanal *f* ab. Die Pappen mussten in entgegengesetzter Richtung laufen, d. h. sie mussten durch die Thüre *h* ein- und durch *i* austreten.

Das Durchführen der Pappen ist gewöhnlich der am schwierigsten auszuführende Theil solcher Kanal-Trockner, in Varzin wurde es jedoch auf höchst einfache Weise bewerkstelligt. Eine Kante der Pappen wurde mit hölzernen Waschklammern zwischen zwei Latten eingeklemmt, deren überstehende Enden auf den Achsen zweier eiserner Rollenpaare lagen. Für die Röllchen solcher Wagen *k* waren in den Seitenwänden *b* und *d* Laufwege *l* ausgespart, worin sie auf Flacheisen-Schienen liefen, die sich weit genug über die Thüren *h* und *i* hinaus fortsetzten, um auch ausserhalb an jedem Ende einen Wagen aufnehmen zu können. Auf den Laufwegen *l* standen diese Wagen so dicht hintereinander, dass einer bei *i* heraustrat, wenn man bei *h* einen einschob. Nach Abnahme der, auf dem ausgetretenen Wagen befindlichen, jetzt getrockneten Pappen *P* wurde der leere Wagen auf der Deckwand *c* des Kanals zum Eingang zurückgerollt, um wieder frisch gefüllt zu werden. Das Gewicht der Thüren *h* und *i* war durch Gegengewichte *m* so weit ausgeglichen, dass sie mit Leichtigkeit aufstiegen und in jeder Lage hängen blieben. Sobald der auf den vorspringenden Enden der Bahnen *l* befindliche Wagen *k* wieder gefüllt war, öffnete man die Thüren, schob ihn ein und erhielt am andern Ende wieder einen Wagen mit getrockneten Pappen. Die Luft trat in den 20 m langen Kanal mit etwa 60° C. und verliess ihn wieder mit etwa 30° C.

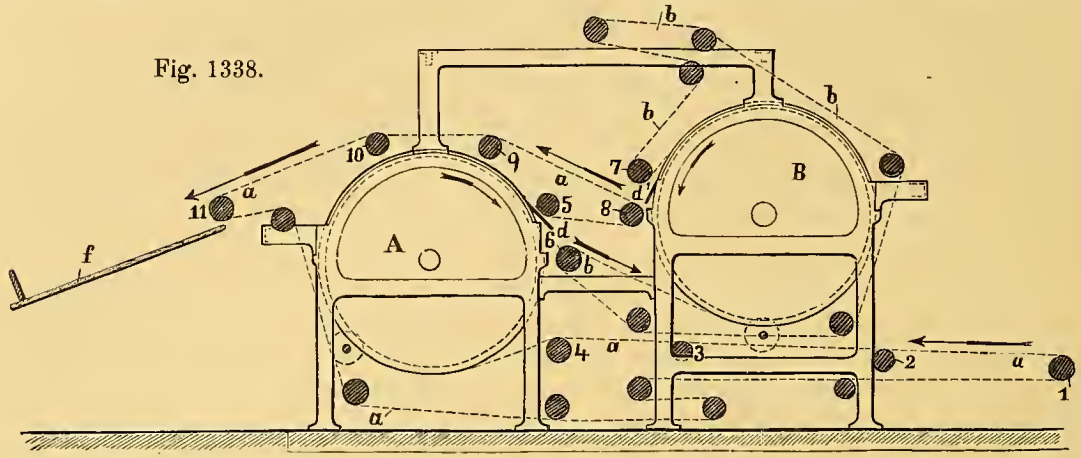
Ehe die Pappen in diese Trockenkammer gebracht wurden, entzog man ihnen soviel Wasser als möglich in hydraulischen Pressen, wobei man, um Zusammenkleben zu verhindern, in entsprechenden Abständen Zinkplatten zwischen sie legte. Dadurch wurde es möglich, dass die beschriebene Einrichtung in einer Stunde 50 kg trockener Holzpappen lieferte.

Da das Auf- und Abhängen bei solchen Kanal-Trocknern nicht erspart wird, und Hängeböden von der in Figg. 1334 und 1335 dargestellten Art auch nur Kanäle sind, durch welche warme Luft gezogen wird, so ist der Vortheil, den das Aufhängen auf Wagen gegenüber dem in festliegenden Kämmen bietet, nicht erheblich. Kanal-Trockner haben desshalb keine grosse Verbreitung gefunden.

**501. Trocknen der Pappen auf Cylindern.** Da das Aufhängen der Pappen zum Trocknen viel Raum und Handarbeit in Anspruch nimmt, so sucht man es durch einfachere Einrichtungen möglichst zu ersetzen. Viele Maschinenfabriken bauen Pappen-Trockner, die aus mit Dampf geheizten Cylindern bestehen und in ihren wesentlichen Theilen wenig von einander abweichen. Als Beispiele mögen die in Figg. 1338, 1339, 1340 dargestellten Trockner der Aktien-Gesellschaft Escher Wyss & Co. in Zürich dienen.

Der in Fig. 1338 in 1 : 50 der wahren Grösse skizzirte Pappentrockner besteht aus zwei Trockencylindern *A* und *B* von je 1600 mm Durchmesser, die von Filzen *a* und *b* umgeben sind. Die Pappen werden unten auf Filz *a* gelegt, wo derselbe von

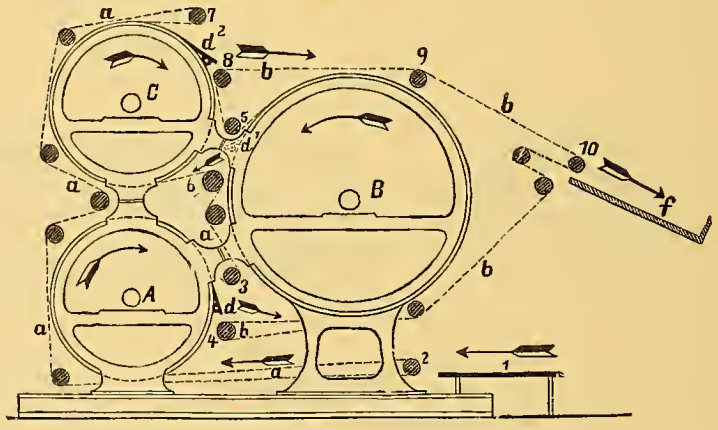
Fig. 1338.




Walze *1* getragen ist, gehen auf demselben weiter über Walzen *2*, *3*, *4*, um den Cylinder *A* und verlassen denselben bei Walze *5*. Der Schaber oder Ablöser *d* sorgt dafür, dass sie hier über Walze *6* auf Filz *b* übergehen. Auf diesem werden sie um Cylinder *B* geführt und unter Walze *7* vom Ablöser $d^1$ gezwungen, über Walze *8* auf Filz *a* überzugehen, der sie über Walzen *9*, *10*, *11* weg in den Kasten *f* befördert. Da jede Seite der Pappen gleich lange auf einem der Trockencylinder liegt, so ist für deren gleichmässige Trocknung gesorgt.

Der in Fig. 1339 in 1 : 50 der wahren Grösse dargestellte Trockner besteht aus den Cylindern *A* und *C* von 1200 und *B* von 1800 mm Durchmesser. *A* und *C* haben einen gemeinsamen Filz *a*, *B* ist mit besonderem Filz *b* versehen. Die auf der Bank *1* liegenden Pappen werden nacheinander über Walze *2* auf den Filz *a* gelegt und gehen mit diesem um den Cylinder *A*, bis sie vom Ablöser *d* unter der Walze *3* auf den Filz *b* geleitet werden. Filz *b* nimmt sie von Walze *4* an mit um den Cylinder *B* und giebt sie unter Walze *5* mit Hilfe des Ablösers $d^1$ wieder an den Filz *a* über Walze *6* ab. Mit Filz *a* gehen sie um Cylinder *C*, werden unter Walze *7* vom Ablöser $d^2$ über Walze *8* auf Filz *b* zurückgeführt und von diesem über Walzen *9* und *10* weg in den Kasten *f* befördert. Bei dieser Bauart können auch beide Seiten der Pappen gleichmässig getrocknet werden, und dieselbe hat überdies den Vortheil,

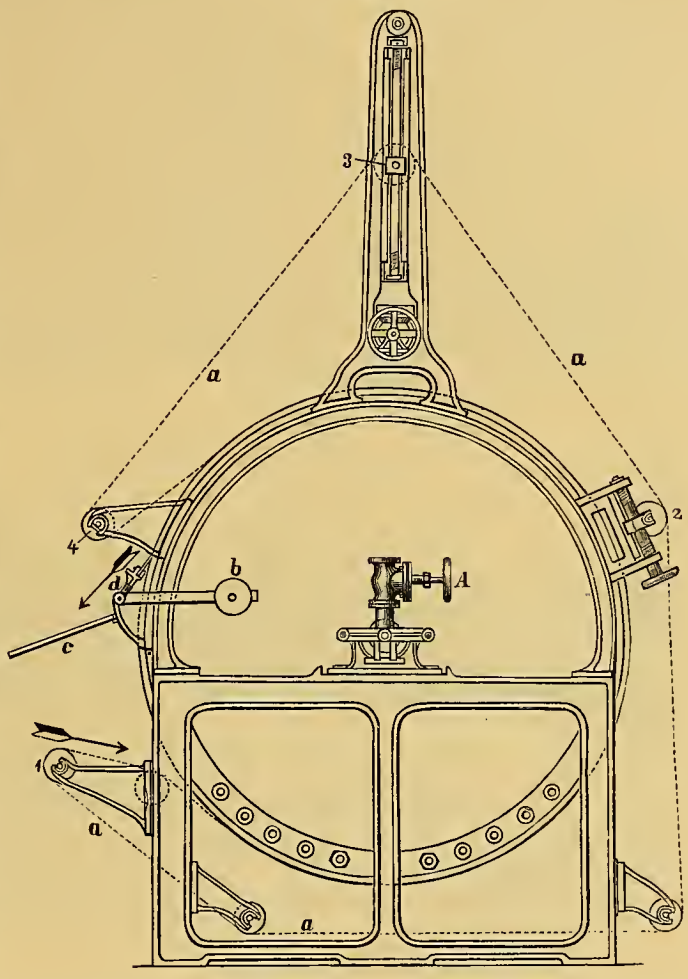
Fig. 1339.



dass die Pappen auf einer Seite sowohl eingeschoben wie abgenommen werden, dass desshalb ein Arbeiter zur Bedienung genügt. Die Einrichtung ist besonders vortheilhaft, wenn die Pappen mehrmals durchgeführt werden, während Fig. 1338 sich für einmaligen Durchgang eignet. Die Führungen sind so angeordnet, dass die Pappen keine starken Biegungen erleiden.

Fig. 1340 zeigt in 1:30 der wahren Grösse einen mit Filz *a* versehenen Trockencylinder *A* von 1800 mm Durchmesser. Die Pappen werden über der Walze *1* auf den Filz *a* gelegt, der von Walze *2* geleitet, von Walze *3* gespannt wird und die Pappen unter der Walze *4* wieder frei giebt. Ein vom Gewicht *b* angepresster Schaber *d* sorgt dafür, dass die Pappen hier abgelöst werden und auf die Gleitbahn *c* gelangen. Escher Wyss & Co. haben solche Einzel-Cylinder bis zu 2,5 m Durchmesser gebaut, und man erreicht damit, weil beinahe die ganze Heizfläche ausgenutzt werden kann, sehr wirksame Trocknung. Man hat dabei auch den Vortheil, dass die Bedienung von einer Seite, also von einer Person ausgeführt werden kann. Sollen die Pappen auf beiden Seiten getrocknet werden, so lässt man sie, wie es meist geschieht, mehrmals durchgehen, dreht sie aber nach jedem Durchgang um. Trockner dieser Art sind am beliebtesten und am meisten benutzt, weil sie nur eine Dampfleitung, einen Antrieb, einen Filz brauchen, sich leicht bedienen lassen und vermöge der grossen Cylinder den Pappen keine starke Krümmung zumuthen.

Fig. 1340.



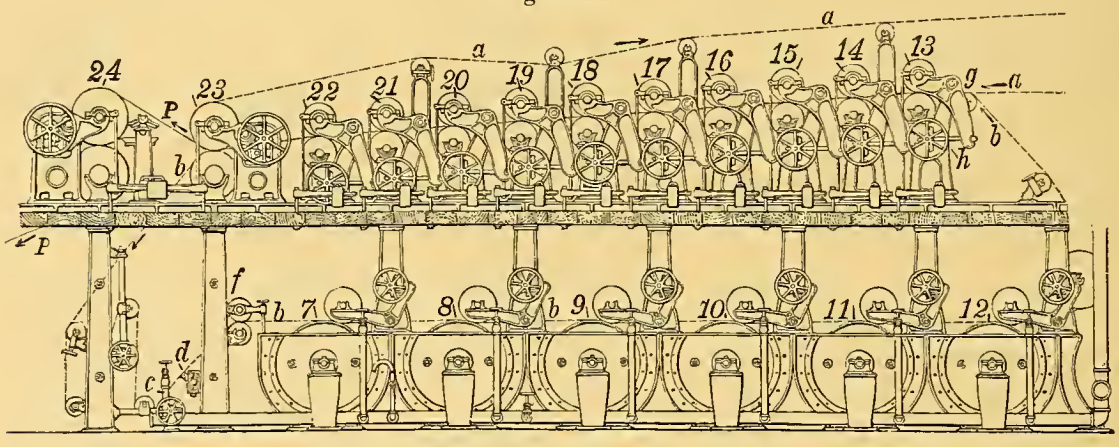

Einrichtungen anderer Art zum Trocknen von Pappen sind vielfach gebaut und auch patentirt worden, haben aber keine grosse Verbreitung erlangt.

**502. Endlose Pappen-Maschinen.** Mässig dicke braune Pappen und dicke Papiere aus Dampf-Holzschliff werden vielfach auf Pappen-Maschinen hergestellt, deren Sieb, wie das in Figg. 1032 und 1033, Seite 1100 gezeigte, mit Obersieb versehen ist. Je nach der Dicke der Pappen, die man erzeugen will, giebt man den Nasspressen Oberfilze oder nicht, und ordnet auch hiernach den Trockner an.

Als Verfasser 1893 auf der Reise von Chicago, wohin er als Preisrichter der Columbischen Weltausstellung berufen war, eine Reihe amerikanischer Papierfabriken besuchte, fand er in der Fabrik der National Metal Edge Co. in Readsboro, im Staat Vermont, eine mit 12 Siebcylindern und 40 Trockencylindern versehene Maschine, auf welcher die Gesellschaft die zu ihren Schachteln nöthige braune Pappe herstellte. Eine andere Holzpappen-Maschine wurde zu derselben Zeit von der Maschinenfabrik The Pusey & Jones Co. in Wilmington, Del., zusammengestellt, die verbesserte Bauart aufweist. Der Nasstheil dieser Maschine ist in Fig. 1341, der Trockner in Fig. 1345 und die folgenden Theile sind in Fig. 1346 in 1 : 80 der wahren Grösse dargestellt.

Der in Knotenfängen usw. gereinigte braune Holzschliff wird den hochstehenden Siebcylindern *1* bis *6* (Fig. 1341) und den ebenerdig stehenden *7* bis *12* zugeleitet und auf diesen 12 Cylindern in ebensoviele Papierbahnen verwandelt. Die Vereinigung der auf *1* bis *6* gebildeten Bahnen erfolgt dadurch, dass der allen gemeinsame Filz *a* zwischen den Siebcylindern und deren Gautschwalzen durchgeht, zuerst die auf *1* gebildete Bahn mitnimmt, auf welche sich dann die von *2*, *3* bis *6* anlegen. Diese sechsfache Bahn saugt sich so fest an den Filz, dass sie,

Fig. 1341.




an dessen unterer Seite hängend, mit demselben in die erste Presse *13* gelangt. Dort trifft sie mit der in gleicher Weise von den untern Siebcylindern *7* bis *12* gebildeten und von Filz *b* mitgenommenen sechsfachen Papierbahn zusammen, und die 12 Bahnen gehen nun zwischen den Filzen *a* und *b* vereint durch die Pressen *13* bis *23*. Beim Austritt aus der Presse *23* kehren die Filze zu ihren Siebcylindern zurück, und die aus 12 Lagen bestehende Pappe *P* geht ohne Filz durch Presse *24* und um deren untere Walze in der Pfeilrichtung nach unten zu den Trocknern.

Die Stoffkasten der Siebcylinder sind, wie die Zeichnung ergiebt, halbcylinderisch, lassen also zwischen Sieb und Kastenboden nur engen ringsum gleichen Raum, in dem sich nicht leicht etwas ablagern kann. Jeder Siebcylinder ist mit

einem Spritzrohr versehen, welches an der Stelle wirkt, wo das Sieb von der Gautschwalze kommt. Beide Filze *a* und *b* werden nach ihrer Rückkehr von den Pressen durch Spritzrohr *c* genässt, von dem in Fig. 1342 in 1 : 32 der wahren Grösse dargestellten Schläger *whipper d* ausgeklopft, und in der Presse *f* möglichst von Wasser befreit. Die drei Arme, sowie die Wellenlager $d^1$ des Schlägers *d* bestehen aus Holz. Die obern Walzen der Pressen *f* lassen sich rasch durch Niederschrauben von Bolzen ausheben, die sich auf den Cylinderkasten stützen und die Enden von Hebeln tragen, auf denen diese Walzen ruhen. Jeder Filz ist mit einigen Spann- und Leitwalzen versehen. Alle Gautschwalzen, sowie die oberen Walzen der 12 Pressen sind auf den Enden von Doppelhebeln *g* gelagert und können durch Drehen des am Siebcylinder *6* und der Presse *13* ersichtlichen Handrads *h* rasch abgehoben werden. Die Welle des Handrads *h* setzt nämlich durch Kegelgetriebe zwei Schrauben-Bolzen in Bewegung, welche das längere Ende des Doppelhebels *g* nach innen ziehen.

Fig. 1342.

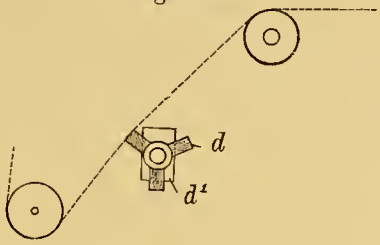
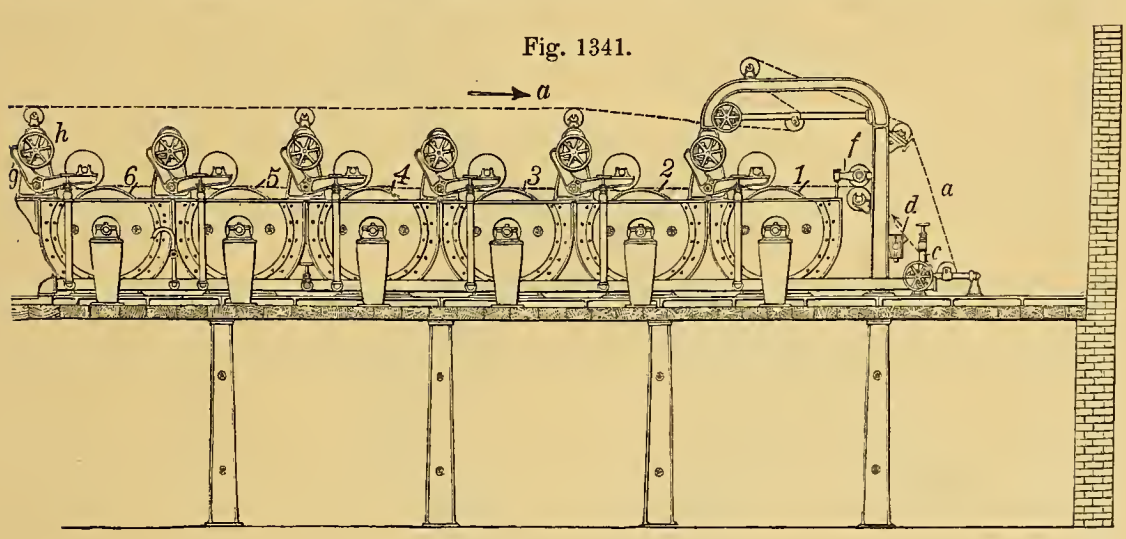



Fig. 1341.

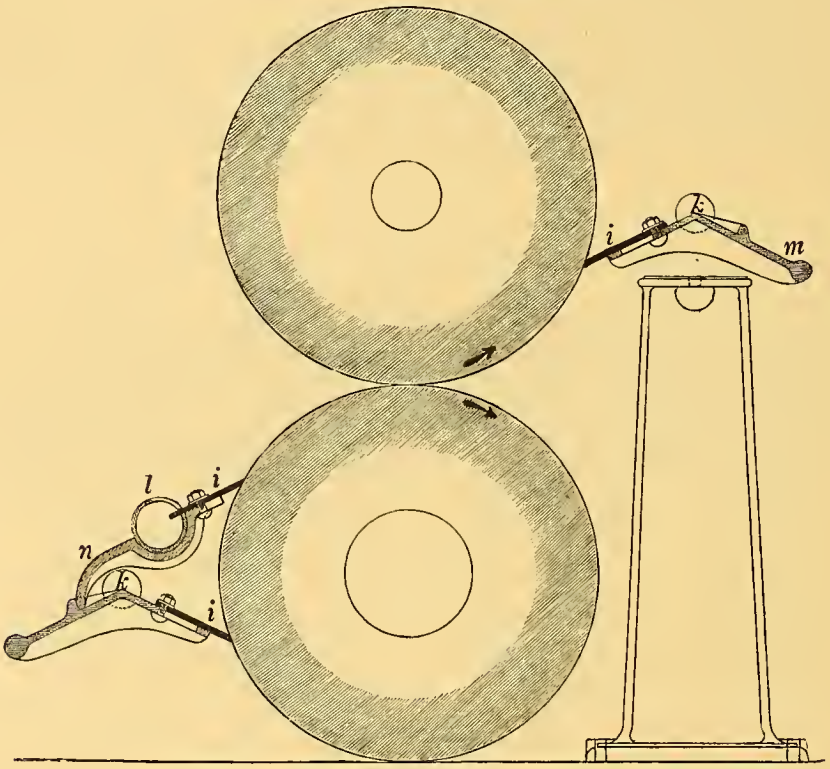



Bei den ersten Maschinen dieser Art, welche mit fünf Pressen aus Walzen von 23 cm Durchmesser versehen waren, wurde die Pappenbahn in den Pressen vielfach zerquetscht *crushed*, weil sie plötzlich stärkeren Druck erfuhr, als sie in ihrem nassen Zustand ertragen konnte. Die obern Walzen der Pressen *13* bis *22* sind desshalb, obwohl von genau gleichem äussern Durchmesser, von verschiedenem Gewicht. Die Pappe kommt in Presse *13* zuerst unter die leichteste und in jeder folgenden Presse unter eine schwerere Walze, wird also mit erhöhter Festigkeit auch steigendem Druck unterworfen. Ausserdem ist für jede Presse ein geringster Durchgangsraum zwischen deren Walzen festgestellt, über den die obere Walze nicht herabgehen kann. Dieser geringste Zwischenraum, den der Maschinenführer beliebig gross einstellen kann, ist in Presse *13* am grössten und nimmt in jeder

folgenden bis Presse *24* immer mehr ab. Jede Presse ist überdies mit Presshebel versehen, dessen Gewicht verschoben werden kann, um den Druck zu vermehren oder zu vermindern.

Da sich die Pappe, nachdem sie durch Presse *23* gegangen ist, von den Filzen *a b* trennt, also nackt in die Presse *24* gelangt, so kann sie an deren Walzen kleben. Damit diese trotzdem beständig rein bleiben, sind sie, wie in Fig. 1343 in 1 : 12 der wahren Grösse dargestellt, mit mehreren Schabern versehen. Der Schaber *doctor i* der obern Walze pendelt um seinen Aufhängepunkt *k* und wird von der als Gegengewicht ausgebildeten rechten Seite *m* des Trägers

Fig. 1343.



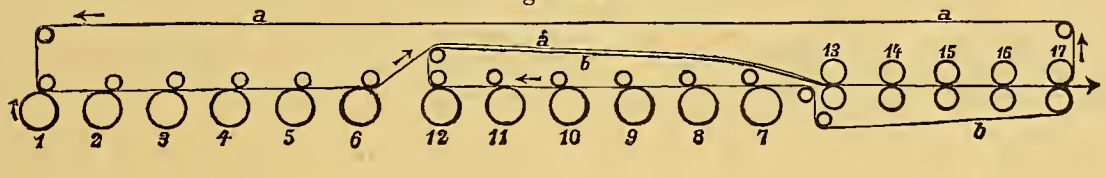

gegen die Walze gepresst. Ein ebenso gelagerter Schaber *i* liegt an der untern Walze, und auf ihm steht der Träger *n* eines zweiten Schabers, der das durch diesen Schaber von der Walzen-Oberfläche abgeleitete Wasser in das Rohr *l* führt, aus dem es seitwärts abfliesst. Durch den Träger *n* wird das Gewicht vermehrt, welches den um *k* schwingenden Schaber anpresst. Alle drei Schabklingen *i* sind aus Rothguss angefertigt.

Bei der ältern oben erwähnten Pappenmaschine in Readsboro sind die Siebcylinder, Filze und Vorpressen etwa so angeordnet wie in Fig. 1344 skizzirt. Der Filz *a*, welcher die Papierbahnen der Siebcylinder *1* bis *6* aufnimmt, muss

hier noch über die Siebcylinder *7* bis *12* weggehen, um seine 6 Papierbahnen mit denen des Filzes *b* zu vereinigen, und beide Filze gehen mit den zwischen ihnen liegenden 12 Bahnen durch die Vorpressen *13* bis *17* und verlassen dann die genügend entwässerte und daher feste Pappe, um zu ihren Siebcylindern zurückzukehren. Durch diese Aufstellung, bei welcher die ganze Maschine zu ebener Erde in einer Reihe steht, wird der Filz *a* ungemein lang, und beide sehr theure Filze nützen sich rasch ab, weil die Siebcylinder keinen eigenen Antrieb haben, sondern von ihren Filzen mitgenommen, d. h. gedreht werden. In den meisten Fällen haben die Filze ausserdem noch die Vorpressen zu drehen und dehnen sich infolge der dadurch veranlassten Spannung sehr. Reisst ein solcher Filz, so wird er nicht durch Zusammennähen wieder brauchbar, weil die genähte Stelle die starke Spannung nicht ertragen könnte, sondern er muss erneut werden.

Durch die in Fig. 1341 dargestellte Aufstellung der Pressen und der Siebcylinder *1* bis *6* in einer Höhe von etwa 2,3 m über dem Fussboden wird Filz *a* etwa 23 m und der Maschinensaal 15 m kürzer als bei der in Fig. 1344 skizzirten Anordnung. Bei der Maschine Fig. 1341 werden auch zum ersten Mal alle Siebcylinder und Vorpressen selbständig und unmittelbar vom Vorgelege angetrieben, sodass die Filze keine andere Arbeit zu leisten haben, als die Pappe

Fig. 1344.

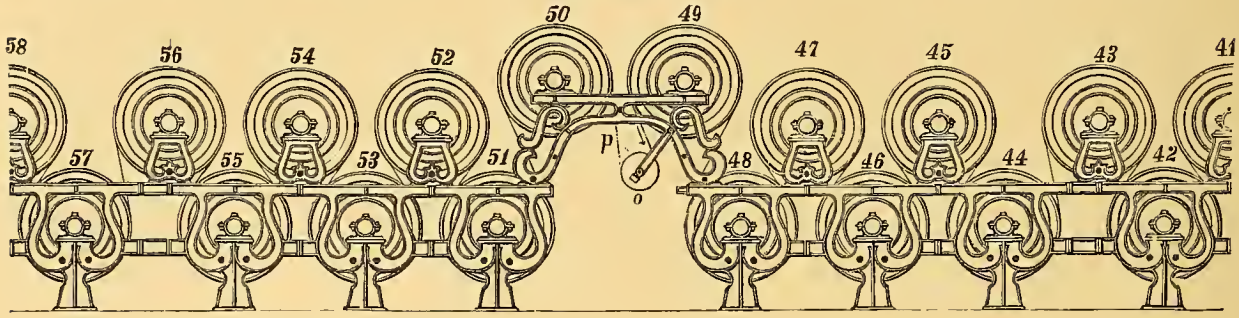



zu tragen, bis sie genügend entwässert und fest ist, um allein weiter zu gehen. An der seit Februar in Betrieb gesetzten Maschine wurde Ende März 1894 durch einen Unfall einer der Filze zerrissen, versah aber seinen Dienst sofort weiter, nachdem er wieder zusammengenäht war. Die Unbequemlichkeit, welche durch die Aufstellung in zwei Stockwerken für die Führung entsteht, erscheint unwesentlich gegenüber der Ersparniss an Filzen durch Verminderung ihrer Länge und Entlastung von Arbeit. Bei den ältern, nach Fig. 1344 gebauten Maschinen dieser Art mag der Verbrauch an theuern Filzen in manchen Fällen die damit erzielte Arbeitsersparniss aufgehoben oder überwogen haben, während derselbe durch die Bauart nach Fig. 1341 wahrscheinlich auf einen geringen Betrag herabgemindert ist.

In Fig. 1345 sind in 1 : 80 der wahren Grösse die 50 Trockencylinder *25* bis *74* dargestellt, welche sich an die in Fig. 1341 dargestellten Pressen fügen. Alle Trockencylinder sind genau gleich, von vier Fuss engl. Durchmesser, und solcher Weise in vier Gruppen angeordnet, dass zwischen ihnen drei Gänge bleiben, durch welche der Führer von einer Seite nach der andern gelangen kann. Jede der vier Gruppen hat einen durch Kegel-Riemscheiben vermittelten Antrieb, und ihre zwölf Trockencylinder stehen durch Zahnräder miteinander in Verbindung. Das kleine Kammrädchen der Triebwelle greift in zwei grössere ein, dreht also auf jeder Seite sechs Trockencylinder. Wo die Cylinder weit auseinander liegen,

sind Zwischenräder eingeschaltet. Ueber jedem Durchgang ist in schwingenden Hebeln eine Walze *o* gelagert, um welche die Pappe auf ihrem Wege von den Trockencylindern *36* nach *37*, *49* nach *50*, *62* nach *63* geführt wird. Diese Walze *o* spannt nicht nur die Pappenbahn durch ihr Gewicht, sondern wird auch von dieser sofort höher gehoben, wenn die nachfolgende Gruppe zu rasch angetrieben

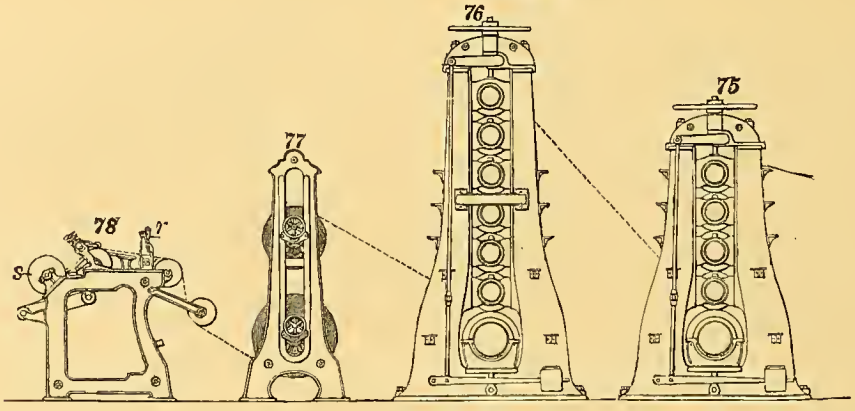
Fig. 1345.




ist. Der Führer erkennt daher mit einem Blick auf diese Spannwalzen *o*, ob die vier Gruppen mit gleichmässiger Geschwindigkeit laufen, und hat Zeit, etwa nöthige Aenderungen vorzunehmen, um Reissen der Pappenbahn zu verhüten.

Aus Fig. 1345 ist ersichtlich, dass die Trockencylinder *65*, *67* auf *64*, *66*, *68* und *71*, *73* auf *70*, *72*, *74* dicht aufliegen, während alle vorhergehenden 10 cm und mehr von einander abstehen. Dieses Aufeinanderliegen soll bewirken, dass die zwischen den Cylindern durchgehenden Pappen dabei geglättet werden, dass

Fig. 1346.



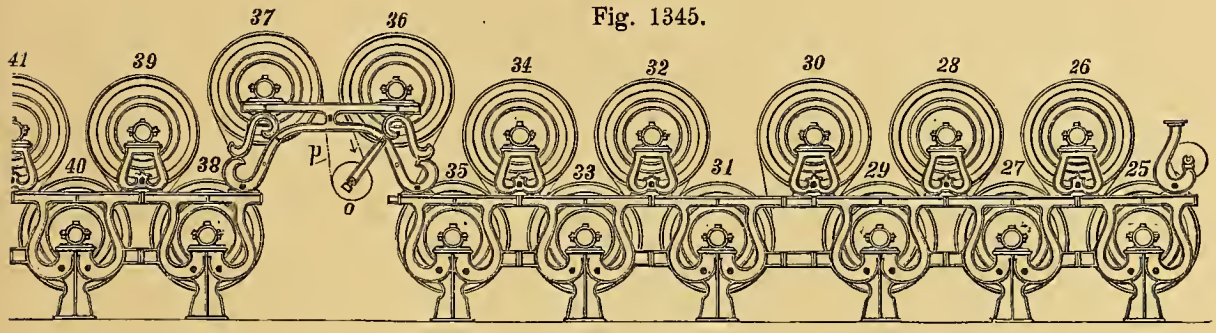

die Cylinder als Glättwalzen wirken. Die Kammräder dieser Cylinder *64* bis *74* sind kleiner als die andern und haben etwas längere Zähne.

Die von dem Trockner kommende Pappenbahn muss noch die in Fig. 1346 dargestellten Theile durchlaufen, ehe sie in Bogen weggenommen werden kann. Zuerst geht sie durch zwei Hartwalzen-Kalander *75* und *76* und wird, wenn sie dünn und leicht genug ist, auf den oberen Haspel *77* gewickelt, während der untere volle Haspel den Längs- und Querschneider *78* speist. Dicke Pappen wickelt man nicht auf, sondern

führt die Pappenbahn, ohne Benutzung der Haspel *77*, vom Glättwerk *76* unmittelbar auf *78*, wo sie vom Längsschneider *r* getheilt und von dem beständig kreisenden Messer *s* in Bogen geschnitten wird.

Proben von auf dieser Maschine angefertigten Pappen von 1,5 mm Stärke lassen anscheinend an Güte nichts zu wünschen. Sie sind aus Dämpf-Holzschliff,

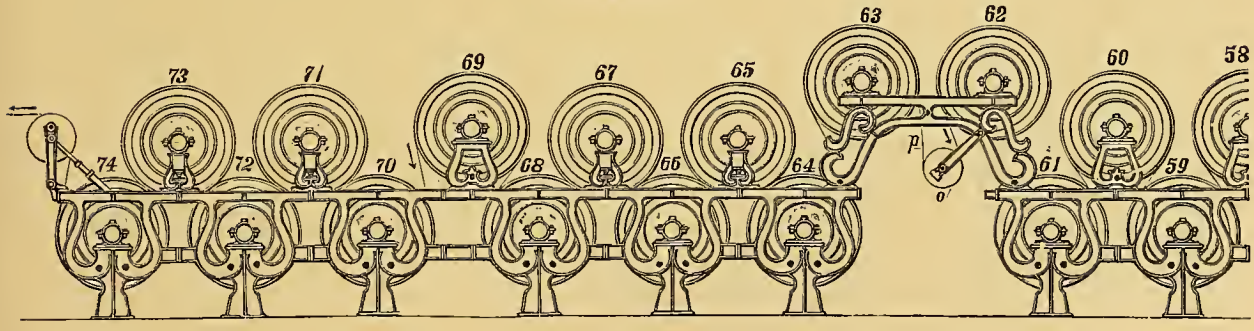
Fig. 1345.




d. h. hellbraunem Stoff angefertigt, und eine derselben ist auf einer Seite weiss. Die Herstellung aus 12 Lagen mittels Siebcylinder ergiebt festere Pappe als die Erzeugung auf Doppel-Langsieb und bietet den grossen Vortheil, dass man die Cylinder mit verschiedenem Stoff speisen kann. Man könnte beispielsweise die beiden äussern Lagen oder eine derselben aus weissem gutem, und die innern aus braunem oder anderem geringerem Stoff nehmen.

Eine Maschine dieser Art kostet mehr als 50 000 Dollars, liefert aber auch so viel Pappe wie 12 eincylindrige Pappenmaschinen, ermöglicht die Herstellung von Waare aus mehreren Stoffen und liefert sie fertig ab. Wenn man berechnet, wie viel Kapital zur Aufstellung von 12 Pappenmaschinen und zugehörigen

Fig. 1345.




Trockenhäusern mit Einrichtung gehört, wird man wahrscheinlich eine Zahl erhalten, welche dem zur Fabrikation maschinentrockener Pappen nöthigen Kapital mindestens gleichkommt. Die Unterhaltungs- und Betriebskosten, besonders Arbeitsaufwand, werden sich aber für letztere erheblich niedriger stellen. Die Befürchtung, dass solche Pappenmaschinen allmälig die heutige Erzeugung mässig dicker Pappen mit eincylindrigen Maschinen bei vielen Massen-Sorten verdrängen werden, erscheint daher nicht unbegründet.

Bis jetzt werden auf denselben, soweit dem Verfasser bekannt, nur Pappen aus braunem Holzschliff angefertigt, da sich diese aber anstandslos um die verhältnissmässig kleinen Trockencylinder und sogar durch zwei Kalander führen lassen, so wird man vielleicht auch weisse Holzpappen damit herstellen können. Nöthigenfalls kann man so viele Lagen aus braunem mit solchen aus weissem Schliff zusammenarbeiten, dass die Pappe die erforderliche Biegsamkeit erhält.

Die Anlage von Fabriken mit derartigen Maschinen bleibt allerdings auf Gegenden beschränkt, wo sich die ungeheuern zu ihrer Speisung nöthigen Holzschliff-Mengen billig herstellen und die Pappen-Mengen absetzen lassen. Mitte April 1894 lief die dargestellte Maschine mit nur 6 Siebcylindern und 25 Trockencylindern mit 37 Fuss = etwa 11 m in der Minute und erzeugte stündlich eine Tonne von 2000 engl. Pfund = etwa 900 kg, also etwa 22000 kg Pappe in 24 Stunden. Es wird angenommen, dass sie mit allen Sieb- und Trockencylindern etwa 40000 kg in 24 Stunden liefern könnte, falls genug Aufträge vorlägen.

Zur Bedienung der langen Maschine sind zwei bis vier Führer, je nach deren Geschicklichkeit, und zwei Knaben für die Schneidmaschine erforderlich.

In wie weit solche Maschinen in Zukunft an die Stelle der jetzt in Europa üblichen Pappenmaschinen treten werden, hängt von deren weiterer Entwickelung ab. In den Vereinigten Staaten war nach des Verfassers Kenntniss 1894 die oben beschriebene die vierte dort aufgestellte Maschine mit 12 Siebcylindern.

## c. HOLZZELLSTOFF. — NATRONVERFAHREN.

**503. Geschichte. — Zusammensetzung des Holzes.** Dem auf Seiten 1049—1052 Gesagten ist an dieser Stelle zuzufügen, dass der englische Fabrikant Houghton 1857 Holz mit stärkerer Natronlauge und höherer Dampfspannung kochte, als Mellier 1854 schon für Stroh anwandte (Seiten 1109—1110). Er erfand somit kein grundsätzlich neues Verfahren, schuf aber durch mühsame und wahrscheinlich kostspielige Versuche Einrichtungen, welche die Anwendung auf Holz ermöglichten. Erst die Bildung der Gloucestershire Paper Company setzte ihn 1866 instand, eine regelmässige Fabrikation von Holzzellstoff in der Fabrik Cone mills bei Lidney, Gloucestershire, ins Leben zu rufen.

Unterdessen hatten auch die Engländer Charles Watt und Hugh Burgess in den Vereinigten Staaten mehrere Patente — das erste am 18. Juli 1854 — für Verfahren zur Erzeugung von Holzzellstoff erhalten und dieselben an die Amerikaner Ladd und Keen abgetreten, welche schon vor 1860 in Royersford in Pennsylvania anfingen, Papier aus Holz zu erzeugen. Die Erfolge, welche sie durch stetige Verbesserung ihrer Fabrikation erzielten, gaben 1865 Veranlassung zur Bildung der American Wood Paper Co., welche mit einem Aufwand von 500 000 Dollars in Manayunk bei Philadelphia die grossartigste der Ende der 60er Jahre bestehenden Anlagen zur Erzeugung von Holzzellstoff schuf. Obwohl die Gesellschaft 1893 zu Grunde gegangen ist, und ihre Anlagen 1894 für einen Bruchtheil der Herstellungskosten verkauft wurden, ist in den folgenden Abschnitten in kleinerer Schrift das Wesentliche der Beschreibung dieser und anderer Fabriken und Verfahren aus der ersten Ausgabe abgedruckt. Die Beschreibungen lassen die Entwicklung des Industrie-Zweiges, sowie die Verschiedenheiten gegenüber den heutigen Verfahren erkennen. Alle diese Verfahren sind durch Versuche ermittelt worden, die Wissenschaft hat keinen Antheil daran. Dies erscheint natürlich, wenn man bedenkt, dass, wie Seite 1054 erwähnt, die Zusammensetzung des Holzes unbekannt war und es auch heute noch ist. Schon Payen hatte die Bestandtheile des Holzes nach ihren Löslichkeitsverhältnissen in Lignose, Lignon, Lignin, Lignerose eingetheilt, und neuerdings sind noch andere ähnliche Namen aufgetaucht, ohne dass damit über dessen chemische Beschaffenheit Klarheit geschaffen wurde.

**504. Fabrik der amerikanischen Holzpapiergesellschaft.** Die Anlage befindet sich innerhalb der erweiterten Grenzen der Stadt Philadelphia zwischen dem Schuylkill-Fluss und einem Kanal, der sie mit Wasserkraft versieht und ihr Kohlen zuführt, während sie ihren sonstigen Versandt an den benachbarten Haltestellen zweier Bahnen bewerkstelligen kann. Auch das beinahe ausschliesslich verarbeitete Pappelholz kommt vielfach auf Kanalschiffen, in Scheiten von etwa $1^1/_2$ m Länge, nach Manayunk.

Wenn das Holz verarbeitet werden soll, wird es nach vorherigem Abschälen der Rinde auf einer Schneid- oder richtiger Hackmaschine, die sich nur wenig von den jetzt üblichen, weiterhin genau beschriebenen unterscheidet, in 1 bis $1^1/_2$ cm dicke Scheiben geschnitten.

Mit einer dieser Maschinen kann man in einem Tage etwa 50000 kg (40 cords) Holz zerschneiden. Die Manayunker Fabrik ist mit zwei derselben versehen, welche so aufgestellt sind, dass die abgeschnittenen Scheiben in darunter stehende, auf Schienen laufende Rollwagen fallen, in diesen auf einen Aufzug gefahren und in das Stockwerk befördert werden, von dem aus die Kessel ihre Beschickung erhalten.

Die Kessel sind senkrecht stehende Cylinder von $1^1/_2$ m Durchmesser und 5 m Höhe mit halbkugelförmigen Enden und durchlöchertem doppeltem Boden und Deckel, worin die von einem cord (etwa 1400 kg) Holz gelieferten Scheiben eingeschlossen und mit Aetznatronlauge von 12° Beaumé gekocht werden. In Manayunk wird mit freiem Feuer gekocht, dagegen werden die derselben Gesellschaft gehörigen gleichartigen Kessel in Royersford mit Dampf geheizt, welcher in einem die Wandung und den Boden umhüllenden Mantel kreist. Nach sechsstündigem Kochen mit einer Spannung von 6 bis 8 Atmosphären wird der ganze Inhalt unter vollem Dampfdruck durch eine seitliche Schieberöffnung mit anschliessendem weitem Rohr in einen senkrechten Blechcylinder von etwa $3^1/_2$ bis 4 m Durchmesser und 3 Meter Höhe geblasen. Eine solche Kammer dient abwechselnd zur Aufnahme des Inhalts zweier Kessel, und von ihr aus strömt der ausgeblasene Dampf durch eine von der Decke ausgehende und in einem Wasserbehälter angebrachte Rohrleitung, während die gekochte Masse von Lauge und Stoff in grosse Rollwagen abfliesst. Diese Rollwagen sind eiserne auf Rädern ruhende Abtropfkasten, welche gross genug sind, um den Stoffinhalt eines Kessels zu fassen.

Elf Kocher stehen in gerader Linie in einem Gebäude von 40 m Länge und $22^1/_2$ m Breite. Parallel mit dieser Kesselreihe läuft, in einem Abstand von etwa 10 m, der ganzen Länge nach ein Schienengeleise, auf dessen Seitenbahnen die Rollwagen in die Waschkammern geschoben, später an den Knotenpunkten mit Drehscheiben auf die Hauptbahn gestellt und in gerader Linie zu zwei im nächsten Saale befindlichen Waschholländern gefahren werden. Unter sämmtlichen Geleisen liegen eiserne Röhren, welche alle von den Rollwagen tropfende Flüssigkeit aufnehmen und in den zu den Abdampföfen gehörigen Laugenbehälter fliessen lassen. Die Wagen bleiben auf den Seitenbahnen stehen, bis die Hauptmasse der Lauge den Stoff verlassen hat und bis durch Aufgiessen von heissem, durch abgeblasenen Dampf erwärmtem Wasser noch so viel ausgewaschen ist, als man ohne zu starke Verdünnung der abzudampfenden Flüssigkeit erhalten kann.

Die Waschholländer sind von solcher Grösse, dass jeder den Inhalt eines Kochers oder eines Rollwagens, d. i. etwa 400 kg trockenen Stoffs, fasst; das von ihren beiden Waschtrommeln abgegebene Wasser läuft unbenutzt ab, da es zu verdünnt ist, um noch mit Nutzen abgedampft werden zu können. Der gewaschene Stoff wird in eine Rührbütte abgelassen und von da mit Pumpen auf zwei Abpress-Maschinen befördert, von denen er, durch Knotenfänge gereinigt, in hellgrauen feuchten Bogenstücken in untergestellte Kasten fällt. Da das Holz vor dem Kochen in keiner Weise gereinigt worden ist, fällt den Knotenfängen die ganze Aufgabe zu, und sie halten auch alle unverkochten Theile von Rinde, Aesten usw. zurück. Der reine Stoff wird in üblicher Weise in zwei Holländern von 400 kg Stoffgehalt gebleicht und in Abtropfkasten abgelassen.

Ein Theil des gebleichten Holzzellstoffes wird in feuchtem Zustand in die anstossende Nixon'sche Papierfabrik gebracht und dort, mit etwas Hadernzeug gemischt, auf 4 Papiermaschinen verarbeitet. Das Uebrige läuft über eine Cylinderpapiermaschine mit vielen Trockencylindern, von welchen der Stoff in Rollen abgenommen und grösstentheils nach den Papierfabriken der Herren Jessup & Moore versandt wird, da dieses Haus in Gemeinschaft mit Martin Nixon den Betrieb der ganzen Anlage übernommen hat.

Die zur Wiedergewinnung der Soda dienenden Flammöfen stehen in einem runden Gebäude von etwa 60 m Durchmesser, worin sie sich radial von den nahe dem Umkreis liegenden Feuerherden bis zu dem gemeinsamen in der Mitte befindlichen Schornstein erstrecken. Die Lauge wird zunächst in grosse eiserne, unmittelbar an den Schornstein stossende Behälter gepumpt, wo sie von den Verbrennungsgasen vor deren Abzug noch erhitzt wird. Von da fliesst sie allmälig durch eine Reihe von flachen eisernen Abdampfpfannen, bis sie in dem, hinter dem Feuerherde befindlichen Kalzinirofen in ziemlich verdicktem Zustande ankommt. Während sie durch die darüber hinziehende Flamme zu Asche gebrannt wird, muss die steife Masse von einem bedienenden Arbeiter durch eine Seitenthür mit eisernem Rechen umgerührt werden, bis sie ganz ausgebrannt ist und herausgezogen werden kann. Alle nicht mineralischen Bestandtheile der gebrauchten Lauge sollen jetzt durch Verbrennen entfernt, das Natron zum grössten Theil frei geworden und durch die Flamme in kohlensaures Natron umgewandelt sein. Ein kleiner Theil des kohlensauren Natrons wird stets mit kieselsauren Verbindungen zu einer unlöslichen Masse gesintert, und die Schwierigkeit des Kalzinirens besteht in der möglichsten Beschränkung dieser unlöslichen Masse und der Wiedergewinnung eines möglichst grossen Theils des Natrons als lösliche Soda.

Aus der wiedergewonnenen rohen Soda, d. i. der schwarzen Asche *black ash* wird das lösliche Salz mit Wasser ausgezogen, mit dem erforderlichen Zusatz von frischer kalzinirter Soda gemischt, durch Kochen mit Kalk kaustizirt und liefert neue Lauge. Die unlöslichen Theile der rohen Soda setzen sich mit dem Kalk auf dem Boden der zum Lösen dienenden eisernen Rührbütten ab, werden nach Abzug der Lauge wieder mit Wasser angerührt und in grosse, gemauerte, mit Schlacken, Asche und zerbrochenen Ziegelsteinen gefüllte Cisternen abgelassen. Die klare Lösung, welche durch diese Cisternen filtrirt, wird unterhalb gesammelt, und anstatt frischen Wassers zum Ansetzen der Lauge benutzt, während die unlöslichen Theile der Rohsoda auf der Oberfläche zurückbleiben.

Der in den beiden Fabriken der American Wood Paper Co. zu Manayunk und Royersford erzeugte Pappelholzpapierstoff zeichnet sich durch Weisse, Reinheit und weiche schwammige Fasern aus. Die in Manayunk täglich erzeugten 11 bis 14000 kg weissen Stoffs werden mit einem kleinen Zusatz von Hadern zu mittleren Schreib- und Druckpapieren verarbeitet. In Royersford wird auch hübsches Briefumschlagpapier aus Holz-Zellstoff allein, oder mit Papierspänen gemischt, angefertigt. Die Fasern der Pappel oder richtiger des Liriodendron sind zwar schön und brauchbar, aber so schwach, dass man es häufig in Manayunk für nöthig hält, dem erzeugten Papierstoff durch Zusatz von etwas Fichtenstoff mehr Festigkeit zu geben, obwohl die Gewinnung des Zellstoffs aus Fichtenholz schwieriger und durch Mehrbedarf von Soda kostspieliger ist.

**505. Houghton's Verfahren.** Dieses Verfahren wurde in letzter Zeit hauptsächlich von der unter der Leitung von James A. Lee in Derby, England, stehenden Maschinenbau-Gesellschaft ausgeführt, und von ihr sind in den 70er Jahren viele Anlagen in allen Theilen Europas ins Leben gerufen worden.

Die Lee'sche Holzschneidmaschine arbeitete wie die jetzt (1894) gebräuchlichen mit einer senkrecht kreisenden Platte, deren Messer das in Scheiten zugeführte Holz zerhacken. Lee begnügt sich jedoch nicht mit dieser Zerkleinerung, er lässt die abgekochten etwa 2 cm dicken Scheiben zwischen ein Paar grosse eiserne Quetschwalzen mit unebener Oberfläche fallen, von welchen sie in eine schwere gusseiserne kaffeemühlartige Reibe gebracht und in kleine Stückchen zerbrochen werden.

Wenn nur Abfälle zur Verwendung kommen, kann man manchmal die Zerkleinerung völlig ersparen. In der Fabrik der British Timber Co. in Liverpool wurden z. B. 1873 ungeheure Mengen von Holz zu Schuhsohlen und anderen Verbrauchsgegenständen verarbeitet, wobei sich etwa 30 Tonnen Abfall in der Woche ergaben. Die reinen Sägespäne wurden in einem steinernen Mahlgang gewöhnlicher Art fein gemahlen und von Pappenfabrikanten als Füllstoff verwendet, während alle Stückchen in zwei Houghton'schen waagrechten, cylindrischen Kesseln von etwa 1 m Durchm. und 9 m Länge gekocht wurden. Zu diesem Zweck wurden sie fest in siebartig durchlöcherte cylindrische Blechkäfige von etwa $1^1/_2$ m Länge gepackt, deren man so viele in die waagrechten Cylinderkessel schob, dass diese ganz davon gefüllt wurden. Die inneren Wände solcher Kessel sind der ganzen Länge nach mit Schienen versehen, auf welchen die Käfige ein- und ausgleiten und von denen sie in der Mitte gehalten werden, so dass ringsum ein etwa 4 cm weiter freier Raum bleibt. Dieser Zwischenraum ist ziemlich dicht mit einzölligen Dampfröhren besetzt, welche sich der ganzen Länge des Kessels nach erstrecken, und deren je zwei eine besondere Schlange bilden. Ungefähr in der Mitte des Kessels treten in jede solche Schlange zwei von dem Dampfkessel ausgehende Röhren, deren eine Dampf zuführt, während die andere ihn nach vollbrachtem Umlauf in den tiefer liegenden Dampfkessel zurückbringt. Holz und Lauge füllen den Kessel so sehr an, dass durch Aufsetzen eines gleichfalls waagrechten aber etwas kürzeren zweiten Cylinders von etwa 60 cm Durchm. ein Dampfraum geschaffen werden muss, dessen beide Enden durch Blechrohrstutzen mit dem Hauptkessel in Verbindung stehen. Auf diesem Dom sind auch die Sicherheitsventile und Manometer angebracht. Die vielen aus- und eingehenden Dampfröhren geben Gelegenheit zu undichten Stellen und Ausbesserungen, welche man vermeidet, wenn man, wie Lee, den Kessel mit freiem Feuer anstatt mit Dampf heizt.

Sobald der Kessel mit Holz gefüllt und wieder dampfdicht verschlossen ist, lässt man Lauge einfliessen, welche nach Lee's Angabe aus etwa 1300 Pfund kaustischer Soda von 60 pCt. auf 6000 Pfund Holz bereitet wird. Da man bei der Wiedergewinnung der Soda umsomehr Wasser zu verdampfen hat, je verdünnter die Lauge ist, nimmt man sie gewöhnlich so stark, dass sie bis 12° Bé zeigt. Die zum Kochen angewandte Dampfspannung wechselt von 6—10 Atmosphären und würde gewiss häufig noch höher genommen werden, wenn nicht die Furcht vor Explosionen einen Hemmschuh anlegte.

Nach beendigtem Kochen wird die Lauge unter Dampfdruck in einen Behälter geblasen, von welchem die Abdampföfen gespeist werden. Anstelle der Lauge lässt man dann Wasser in den Kessel, heizt von neuem und bläst die erhaltene verdünnte Lauge gleichfalls in den Vorrathsbehälter der Abdampföfen. Das Ergebniss einer zweiten und manchmal einer dritten Waschung gleicher Art ist jedoch zu schwach, um noch mit Vortheil abgedampft zu werden.

In Liverpool werden die Käfige nach drei solchen Waschungen herausgenommen, entleert und wieder frisch gefüllt. Der fertige Halbstoff wird von Hand auf das Metalltuch einer Pappenmaschine gelegt, und kommt mit 50 pCt. Wassergehalt zur Versendung. In den meisten Fabriken wäscht man den Halbstoff noch in Holländern, bleicht ihn wie Stroh und andere Stoffe mit Chlorkalk und lässt ihn dann über eine möglichst einfache Cylindermaschine laufen, von welcher er, in Rollen abgenommen, zum Versandt kommt.

Zur Wiedergewinnung der Lauge verwendet Lee grosse Flammöfen gewöhnlicher Art, in denen die Flamme unter den Abdampfpfannen hinstreicht und gleichzeitig die auf den Herd niedergelassene dicke Lauge kalzinirt.

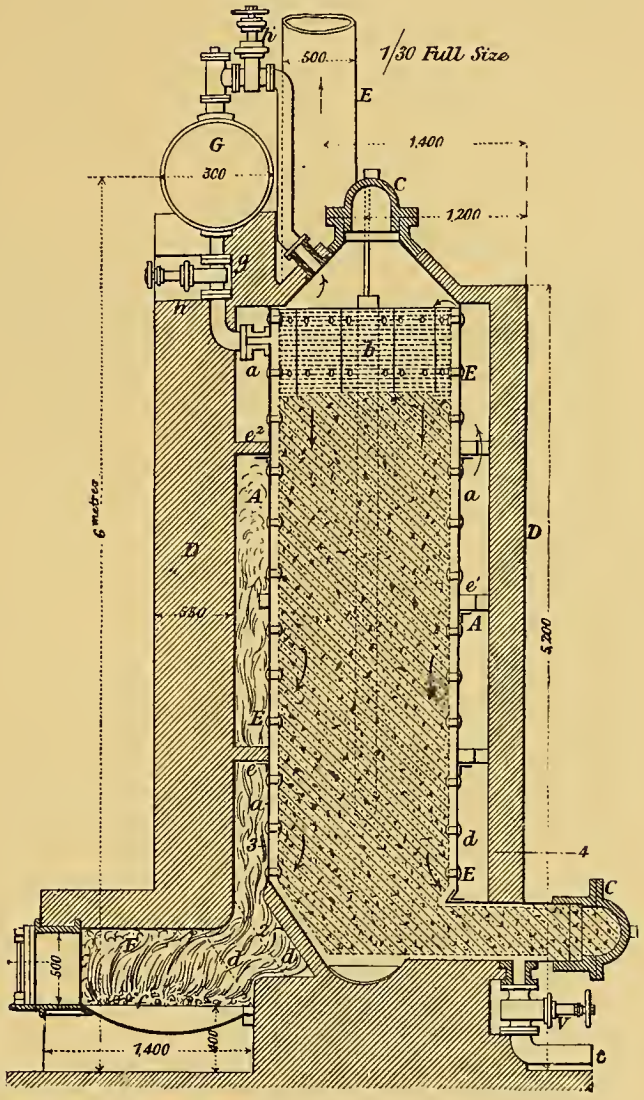
Die erste in Deutschland erbaute Holz-Zellstoff-Fabrik von Max Dresel in Dalbke bei Bielefeld entsprach 1873 der vorstehenden Beschreibung in Anlage und Betrieb; die dort erzeugten Papiere aus reinem Holzzellstoff zeichneten sich jedoch vor andern durch Reinheit und Festigkeit aus. Das in Dalbke verarbeitete knorrige dünne Kiefernholz ist so reich an Harz, dass Herr Dresel es der Mühe werth fand, das auf der Oberfläche der abgeblasenen Lauge schwimmende harzsaure Natron abzuschöpfen und zum Leimen des Papiers zu verwenden. Herr Dresel fand auch, nach vielen vergeblichen Versuchen mit Metallen, in seinem eigenen Holzzellstoff das beste Mittel zur Dichtung seiner Kocher. Er füllte eine in die Flansche des Kochers gedrehte ringförmige Vertiefung mit Zellstoff, welcher dann von dem eintretenden Vorsprung des Deckels fest zusammengepresst wurde. Durch diese Erfahrung geleitet, fabrizirte Herr Dresel Dichtungsringe für Wasser- und Dampfröhren aus reinem Zellstoff, welche sich vortrefflich bewährten.

**506. Sinclair's Verfahren.** Dieses von John McNicol in Glasgow vertretene Verfahren ist gleichfalls in vielen europäischen Fabriken eingeführt, es unterscheidet sich von dem Houghton's nur durch verschiedene Anordnung des Kochers und des Abdampfofens, ist demselben jedoch in chemischer Hinsicht ganz gleich. Die in Figg. 1347 und 1348 wiedergegebenen Durchschnitte sind dem *Engineering* entnommen, da sie dem Verf. als eine richtige Darstellung des Sinclair'schen Verfahrens von Herrn McNicol bezeichnet wurden. Sinclair theilt das Holz mit einer Kreissäge in Stücke, welche auf einer Schneidmaschine und in Quetschern, ähnlich den von Lee angewandten, zerkleinert werden. Das zerkleinerte Holz wird durch Mannloch *C* (Fig. 1347) in den cylindrischen, senkrecht eingemauerten Kessel *A* gefüllt, um welchen sich die auf dem Herde *f* entwickelten Feuergase schlängeln, bis sie am obern Ende in den Schornstein gehen. Die Verbrennungsgase werden von den um den Kessel gemauerten Ringen $e$ $e^1$ $e^2$ zu einer schraubenartigen Bewegung durch die Züge *E* gezwungen und dadurch zur Abgabe des grössten Theils ihrer Wärme veranlasst. Die Berührung des Holzes mit der heissen Kesselwand, welche bei Heizung mit freiem Feuer stets bedenklich ist, wird durch eine, mit dem Kessel durch Bolzen verbundene, durchlöcherte Blechverkleidung vermieden, welche der Flüssigkeit, aber nicht der festen Masse den Durchgang gestattet. Der obere Theil *b* dieses Käfigs ist mit besonders vielen und grossen Oeffnungen versehen, durch welche sich die ringsum aufkochende Flüssigkeit über die Holzmasse ergiessen kann. Die zu einer Kochung nöthige Menge konzentrirter Aetznatronlauge wird in einem waagrechten Kessel *G* bereit gehalten und fliesst nach Oeffnung der Hähne $h^1$ und *h* durch das Rohr *g* und den Rohrstutzen *a* ein, nachdem eine entsprechende Menge Wasser schon mit dem Holz zugegeben war. Der Abfluss der gebrauchten Lauge erfolgt durch Ventil *V* und Rohr *t*, die gekochte Holzmasse wird durch das seitliche Mannloch *C* herausgenommen. Die Entleerung durch das Mannloch *C* wird sehr schwierig, wenn das Holz nicht gut verkocht ist, oder wenn es sich, wie es häufig geschieht, im untern Theil des Kessels zusammengepackt hat. Gewöhnlich muss die gekochte entwässerte Stoffmasse mit Haken durch den langen untern Hals herausgeholt werden. Diese Schwierigkeit wird beinahe gänzlich überwunden, wenn man den Kessel mit eingelassenem Dampf anstatt mit freiem Feuer heizt, weil der lange, zu dem Mannloch *C* führende Hals dann wegfällt, und die Oeffnung unmittelbar in der Kesselwand angebracht werden kann.

Die Berührung der Kesselwände mit freiem Feuer birgt auch bei den besten Einrichtungen Explosionsgefahr, welche durch Heizen mit Dampf vermieden wird. Sinclair bedient sich desshalb eines Dampferzeugers aus schmiedeisernen Röhren, bei dem gefährliche Explosionen nicht vorkommen, und der überhitzten Dampf liefert. Durch Anwendung solch überhitzten

Dampfes, an Stelle einer gleichen Menge des gewöhnlich mit Wasser beladenen, bringt man eine viel grössere Wärmemenge in den Kocher, braucht also weniger Dampf und verwässert die darin enthaltene Lauge in geringerem Grade. In der englischen Papierfabrik der Herren McMurray in Rickmansworth, Herts, wurde Holz anfangs in einem Sinclairschen Kessel von der in Fig. 1347 dargestellten Art mit freiem Feuer, bei einer Dampfspannung von 13 bis 14 Atmosphären, gekocht. Die heftigen Ausdehnungen und Zusammenziehungen, welche das Kesselblech durch die abwechselnde Hitze und Abkühlung erfuhr, verursachten jedoch so häufige Ausbesserung leck gewordener Stellen, dass man zu der beschriebenen Dampfkochung überging und sich mit einer Spannung von 10 Atmosphären begnügte. Während man bei Anwendung von Feuer so viel Flüssigkeit in den Kocher geben muss, dass alles Holz davon bedeckt ist, kann man beim Einleiten von Dampf mit einer viel geringern Menge auskommen und braucht infolgedessen anstatt wie früher 32 Pfund kaustische Soda, nur 24 Pfund von 60 Procent auf 112 Pfund (1 Centner) schwedisches Weisstannenholz.

Fig. 1347.

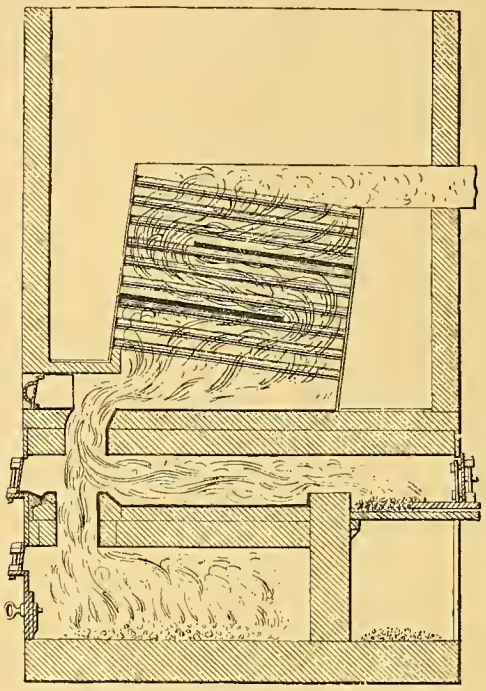



Sobald Lauge und Dampf nach beendetem Kochen abgeblasen sind, wird der Inhalt mit eingeleitetem heissem Wasser und Dampf einmal gewaschen, nach wiederholtem Abblasen von Dampf und Flüssigkeit in Rollwagen entleert und in Holländern fertig gewaschen. Ist das Holz gut gekocht, so muss es völlig in Fasern zerfallen sein, sich weich anfühlen, und silbergraue Farbe zeigen. Wenn es diese Eigenschaften hat, lässt es sich mit einer Lösung von 12 Pfund Chlorkalk auf 112 Pfund Holz im Holländer bleichen.

Anstatt eines gewöhnlichen Flammofens bedient sich Sinclair des in Fig. 1348 im Durchschnitt dargestellten Ofens zur Wiedergewinnung der Soda. Der ganze obere Theil des Ofens ist von einem Laugenbehälter eingenommen, in dessen Mitte von unten her eine grosse Kammer ausgespart ist, durch welche die Verbrennungsgase seitwärts in den Schornstein abziehen. Zur Vermehrung der Heizfläche sind zwei gegenüberliegende Seiten dieser Kammern durch Röhren verbunden, zwischen welchen sich die Feuergase durchschlängeln müssen, da ihnen der gerade Weg von zwei, mit den Röhren parallel liegenden Scheidewänden verlegt ist. Von dem Feuerrost streicht die Flamme über den anstossenden Kalzinirherd und vor dem Eintritt in

die Kammer noch über einen flachen zweiten Herd, welcher so gebaut ist, dass die von dem Laugenbehälter durch ein Ventil darauf gelassenen Flüssigkeit am freien Ende in den Kalzinirherd tropft. Die schon im Behälter stark konzentrirte Lauge wird auf dem oberen Herd noch mehr konzentrirt, und auf dem unteren Kalzinirherd zu Asche oder roher Soda gebrannt, welche, von einer Seitenthür aus mit eisernen Krücken herausgezogen, in den untern Raum fällt. Der obere Herd kann durch eine andere Seitenthür auf gleiche Weise von verhärteter Lauge befreit werden, und die ausgebrannte Rohsoda wird, ebenfalls durch eine Seitenthüre, aus dem unteren Raume genommen. Mit drei Pfund guter Kohle soll man bei dem Sinclair'schen Verfahren und mit Anwendung solcher Oefen 1 Pfund Rohsoda aus der Lauge erhalten.

Fig. 1348.



Die inneren Wände der Rauchkammerröhren werden manchmal so sehr mit Ablagerungen der Lauge bedeckt, dass keine Flüssigkeit mehr durchlaufen kann. Aus dem Umstand, dass man in einigen Fabriken diese Schwierigkeit garnicht kennt, lässt sich jedoch der Schluss ziehen, dass sie wahrscheinlich nicht unvermeidlich ist, also auch die Brauchbarkeit des Ofens nicht in Frage stellt, falls seine Ergebnisse sonst befriedigend befunden werden.

**507. Hahn's Verfahren.** Herr Ingenieur Hahn hat bei der Anlage der Holzstofffabrik in Königstein bei Dresden zwar nichts Neues erfunden, aber Vorhandenes zweckmässig zusammengestellt. Die kurzen Enden, welche beim Sägen von Tannen- und Fichtenholz abfallen, bilden den Rohstoff der Fabrik, sie werden, wie bei Lee's und Sinclair's Verfahren zuerst in Scheiben zerhackt, in kleine Theilchen zerquetscht, zermahlen und fallen in diesem Zustand in einen Elevator, der sie auf den Boden über den Kochern befördert. Diese sind kugelförmig, von der in Fig. 1069, Seite 1164 dargestellten Art, aus $1^1/_2$ cm starkem Blech gebaut und längs der innern Wand mit einem Röhrensystem versehen, durch welches der Dampf gleichmässig in der zu kochenden Masse vertheilt wird. Die eingelassene Aetznatronlauge wird aus 85 Pfund kalzinirter Soda von 52 pCt. auf 100 Pfund fertigen Holzzellstoff bereitet und in einer Stärke von 12° Bé angewendet. Nach dem bei 10 Atmosphären Spannung erfolgten Kochen wird der Kessel in einen gemauerten Behälter entleert, aus dem die zuvor mit Waschwasser verdünnte Stoffmasse in eine Stoffbütte mit waagerechtem Rührer fliesst.

Aus dieser Stoffbütte wird eine Lespermont'sche Waschmaschine (Abschn. 421, Seite 1138) gespeist, von welcher der gewaschene Stoff wieder in eine Rührbütte fliesst und durch eine Pumpe auf die Knotenfänge befördert wird. Zum Bleichen dieses gewaschenen und gereinigten Halbzeuges im Holländer sind 25 bis 30 Pfund Chlorkalk auf 100 Pfund trockenen und gebleichten Stoff nöthig. Aus der gebrauchten Lauge werden etwa 65 pCt. des angewandten Natrons durch Abdampfen im Porion'schen Ofen (Seite 1174) wiedergewonnen.

**508. Ungerer's Verfahren.** Albert Ungerer erhielt am 11. Juni 1872 das britische Erfindungspatent für ein neues Verfahren, welches er folgendermaassen (frei übersetzt) beschreibt:

Die Kocher sind in solcher Weise durch Röhren verbunden, dass die Flüssigkeit von dem ersten in den zweiten, dritten usw. gelangt, deren Inhalt unter Anwendung von regulirbarem Druck- und Temperaturgrad auf- oder abwärts durchdringt und schliesslich abgelassen wird. Die Grösse und Einrichtung der Anlage hängt einerseits von der Art des verwendeten Holzes und anderseits von der Art des gewünschten Papierstoffes ab. Für Laubholz und ungebleichten Papierstoff sind z. B. weniger Kocher erforderlich als zur Erzeugung von weissem Stoff aus Nadelholz.

In der Skizze Fig. 1349 ist eine solche Vorrichtung von 9 Kochern im Aufriss nach der Schnittlinie *r-s-t-u* des Grundrisses Fig. 1350 gegeben, welche für die meisten Fälle genügen wird. Jeder Kocher ist von einem schlechten Wärmeleiter *X*, wie Asche, Sägespäne und dergl. eingehüllt und mit einem Feuerungsrost *1* versehen, von welchem aus etwaige Wärmeverluste wieder ersetzt werden können. Das übliche Zubehör von Mannlöchern, Sicherheitsventilen, Manometern, Wasserstandsgläsern usw. in Verbindung mit einem System von Röhren *2* und *5* ermöglichen selbständiges Einleiten von Wasser und Lauge in jeden der neun Kessel *ABCDEFGHI*, sowie Fortleitung dieser Flüssigkeiten von einem in den andern. Die Lauge wird in dem Kessel *J* von dem Rost *K* aus erhitzt, bis der erzeugte Dampfdruck stark genug ist, um sie durch die Röhren *2* und die durch Oeffnen der betreffenden Hähne damit verbundenen Kocher zu treiben. Mit einer in der Zeichnung weggelassenen Druckpumpe kann man Wasser durch den als Regler dienenden Luftkessel *L* in sämmtliche Kocher von *A* bis *I* treiben.

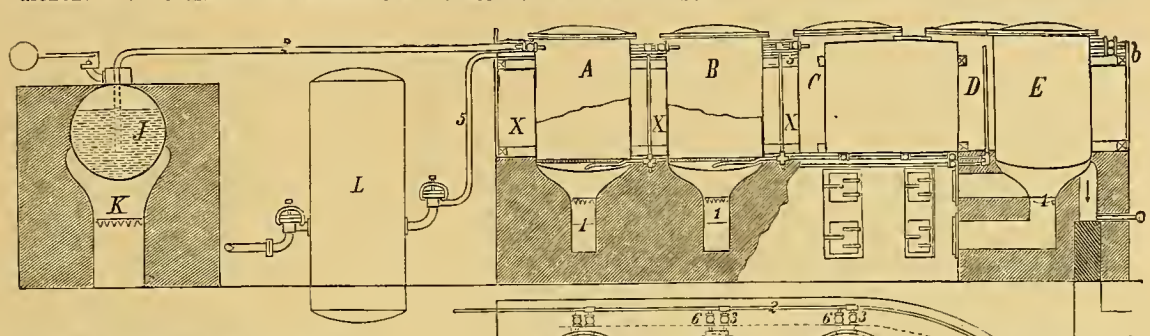



Fig. 1349.

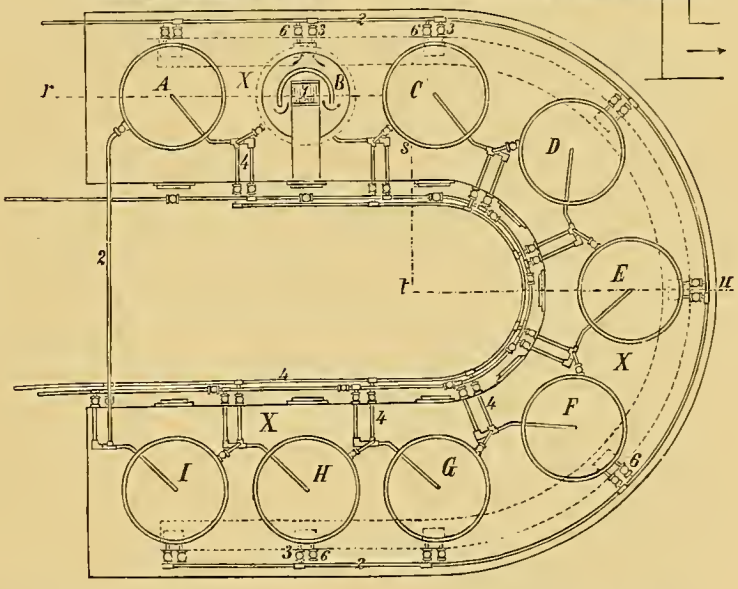



Fig. 1350.

Die Ausführung des Verfahrens, dessen Einzelheiten den Verhältnissen angepasst werden müssen, geschieht in folgender Weise:

Nachdem sämmtliche 9 Kocher mit klein geschnittenem Holz gefüllt sind, wird der Kocher *A* durch das Rohr *2* mit dem Laugenkessel *J* in Verbindung gesetzt und nebst den 5 folgenden Kochern mit Lauge gefüllt. Die Verbindung der 6 Kocher unter einander ist durch die Rohre *2* in solcher Weise bewerkstelligt, dass die Lauge in jeden mit frischem Holz gefüllten Kocher zuerst von unten ein- und oben ausfliesst. Die im Kessel *J* erzeugte Spannung vermindert sich mit jedem Kocher, durch welchen sie die Lauge zu treiben hat und wird mit Hahn und Ventilen *3* in solcher Weise geregelt, dass die mit 6 Atmosphären Spannung in den Kocher *A* tretende Lauge nur noch einen Druck von $^1/_2$ bis 1 Atmosphäre in dem Kocher *F* zeigt.

Nachdem die ersten 6 Kocher auf diese Weise mit Lauge gefüllt sind, öffne ich den Ablasshahn *4* des sechsten Kochers *F*, unterbreche die Verbindung zwischen dem Laugenkessel *J* und dem ersten Kocher *A* und öffne die Verbindung zwischen *A* und der Wasserdruckpumpe, welche durch *L*, die Röhren *5* und Hahn *6* mit jedem der 9 Kessel selbständig in Verbindung gesetzt werden kann. Indem ich kaltes Wasser in den Kocher *A* pumpe, dränge ich die darin befindliche Lauge in den Kocher *B*, die aus *B* nach *C*, aus *C* nach *D*, aus *D* nach *E*, die von *E* nach *F* und die von *F* durch das Abflussrohr *4* in einen besonderen Behälter, von dem aus der Abdampfofen gespeist wird. Der Druck in dem Regeler *L* muss stark genug sein, um das kalte Wasser in den Kocher *A* zu treiben und die Lauge in die folgenden Kocher zu drängen, sodass *A* mit Wasser und *B* bis *F* mit Lauge gefüllt sein werden, dass also jeder Kocher die in dem vorhergehenden enthaltene Flüssigkeit aufnimmt. Bei dieser und allen folgenden Verdrängungen tritt die Lauge in die Kocher oben ein und unten aus. Sobald der Kocher *A* mit Wasser gefüllt ist, unterbreche ich die Verbindung *5* zwischen ihm und dem Regler *L*, sowie auch die Verbindung *2* zwischen *A* und *B* und leite frische Lauge direkt von *J* in den Kocher *B*, nachdem der Abfluss *4* aus *F* vorher geschlossen und die Verbindung *2* zwischen *F* und *G* geöffnet wurde. Die in *B* tretende Lauge veranlasst die Verdrängung der in jedem Kocher enthaltenen Lauge in den darauf folgenden, und ihr Zufluss wird erst unterbrochen, wenn auch *G* gefüllt ist. Jetzt wird die Verbindung zwischen *A* und *B* und zwischen *A* und *L* wieder geöffnet und in den Kocher *A* kaltes Wasser gepumpt, welches den flüssigen Inhalt aller folgenden Kocher vor sich hertreibt und die Lauge des Kochers *G* durch das vorher geöffnete Abflussrohr *4* zu dem Abdampfofen

fliessen macht. Der Kocher *C* ist jetzt mit der aus *B* gekommenen Lauge gefüllt, und alle folgenden Kocher bis *G* enthalten Lauge in immer erschöpfterem Zustand, *A* ist mit frischem Wasser, und *B* mit dem aus *A* verdrängten Wasser gefüllt.

Auf diese Weise wird fortgefahren, bis der neunte Kocher *I* mit Lauge gefüllt ist. Der flüssige Inhalt des Kochers *A*, welcher dann schon die dritte Füllung von Wasser enthält, wird nun abgelassen oder mittels Drucks und Saugung ausgetrieben, und das zu Halbstoff verkochte Holz herausgenommen. Sobald der Kocher *A* wieder mit frischem Holz gefüllt ist, bildet er vermittels des Rohres *2*, welches ihn mit *I* verbindet, das letzte Glied der Kette. Das Wasser in *C*, welches bereits durch 2 vorhergehende Kocher *A* und *B* gegangen war, wird nicht von *C* nach *D* getrieben, oder überhaupt noch weiter zum Waschen benutzt, sondern abgelassen, während man frisches Wasser in den Kocher *B* treten lässt. Die von *C* ablaufende Flüssigkeit ist verdünnte Lauge, welche zum Ansetzen frischer Lauge oder anderweitig verwendet werden kann. Sobald *C* von dem aus *B* kommenden Wasser und *B* mit frischem Wasser wieder gefüllt ist, setzt man *C* und *D* in Verbindung, presst durch *B* mehr frisches Wasser nach und zieht aus *I* einen Kocher voll erschöpfter Lauge ab, sodass jetzt *B C D* mit Wasser und *E* bis *I* mit Lauge gefüllt sind. Die Verbindung *D* und *E* wird dann aufgehoben, die zwischen dem frisch gefüllten Kocher *A* und *I* hergestellt, und frische Lauge in *E* getrieben, bis *E F G H I* und *A* gefüllt sind. Der Kocher *B*, welcher jetzt 3 Waschungen gehabt hat, ist zum Entleeren reif, er wird mit frischem Holz gefüllt und bildet für kurze Zeit das letzte Glied der Kette.

Bei ununterbrochenem richtigem Gang erhält jeder Kocher voll Holz 5 Kochungen mit Lauge, welche durch andere Kocher gegangen ist, eine Kochung mit frischer Lauge, zwei Waschungen mit Wasser, welches schon in vorhergehenden Kochern zum Waschen gedient hat und eine Waschung mit frischem Wasser. Ein Kocher ist stets in Entleerung und Füllung begriffen, und der Druck steigt in den Kochern von dem zuletzt gefüllten, wo er am niedrigsten ist, bis rückwärts zu dem eben mit frischer Lauge versehenen, wo er am höchsten ist.

Einer der wesentlichsten Züge dieser Erfindung ist, dass das Holz nicht durch direkte Heizung gekocht wird, sondern dass die zum Kochen dienende Lauge unter Druck direkt vom Laugenkessel kommt, wo sie vorher genügend erhitzt wurde. Mit den Feuerherden *1* unter den Kochern soll die Lauge nur auf der erforderlichen Temperatur erhalten werden. Ein anderer wichtiger Zug ist, dass das Holz mit immer reinerer Lauge bei stets wachsender Temperatur behandelt wird.

Die Vorschrift, die Lauge in jeden, mit frischem Holz gefüllten Kocher von unten eintreten zu lassen, soll verhindern, dass sie sich an irgend einer Stelle einen leichtern Weg bahnt und nur dort durchfliesst. Nach dieser ersten Füllung müssen die Hähne umgestellt und die Flüssigkeit von oben eingelassen werden. Die Laugenmenge ist so berechnet, dass sie gerade genügt, um das in jedem Kocher befindliche Holz zu bedecken, was gewöhnlich mit einer Laugenmenge vom $2\frac{1}{2}$- bis 3fachen Gewicht des Holzes erreicht wird Das Holz sollte 6 bis 7 Stunden lang der Einwirkung der Lauge ausgesetzt sein, die genaue Zeit hängt von der Art des Holzes usw. ab. Aus der durch 5 oder 6 Kocher gegangenen Lauge wird die Soda durch Abdampfen und Kalziniren wiedergewonnen und zu neuer Lösung angesetzt.

Der Kessel *J*, worin sich die Aetznatronlauge befindet, wird beständig mit frischer Lauge versehen. Das Waschwasser wird in zwei vorhergehenden Kochern einigermaassen erwärmt, ehe es in Berührung mit heisser Lauge kommt, und gleichzeitig wird auch der Halbstoff genügend abgekühlt, um ohne Zeitverlust herausgenommen werden zu können.

Das Bleichen des Halbzeugs kann auf gewöhnliche Art vorgenommen werden, doch habe ich folgendes Verfahren am vortheilhaftesten befunden: Der Stoff wird mit einer Bleichlösung behandelt, welche aus 3 bis 4 kg Chlorkalk auf 100 kg trockenen Stoff bereitet ist. Dies kann in Kasten oder Gefässen gewöhnlicher Art geschehen, oder in einem Verdrängungsapparat, wobei die Bleichlösung von einer Abtheilung in die andere getrieben oder gepumpt wird. Solche Kasten sollten aber offen, aus Ziegel und Zement oder aus mit Paraffin getränktem Holz gebaut werden. Diese Behandlung hat weniger den Zweck, den Stoff zu bleichen, als die Farbstoffe durch Oxydation löslich zu machen, damit sie durch nachherige Behandlung mit Aetznatronlauge oder mit Lösung von kohlensauerm Natron und durch darauf folgendes Waschen entfernt werden können. Die Laugen können dazu sehr schwach genommen werden.

Durch Vergleichung mit Abschnitt 458, Seite 1219 wird man als wesentliche Verschiedenheit dieses Verfahrens von dem Routledge'schen finden, dass dabei unter Druck gearbeitet wird, während Routledge keine Dampfspannung anwendet, und dass durch denselben Druck auch die Verdrängung der Flüssigkeiten bewirkt wird. Dieser Unterschied ist ein Vorzug des Ungerer'schen Verfahrens, und Ungerer hat nach den Daten der Patente überdies das Verdienst, der erste Erfinder zu sein.

Theoretisch betrachtet ist das Verfahren das vollkommenste aller bis jetzt erdachten, doch wird der Umstand, dass es nur für Betriebe in sehr grossem Maassstabe anwendbar ist, seiner Einführung hinderlich sein. Die erste nach diesem Verfahren eingerichtete Fürstl. Liechtenstein'sche Fabrik wurde in Leopoldstein in Oesterreich errichtet, brannte aber bei ihrer Inbetriebsetzung ab.

Die Neuanlage wurde bei der Fürstl. Liechtenstein'schen Holzschleiferei in Stuppach bei Gloggnitz errichtet, kam 1876 in Betrieb und ging 1882 durch Kauf an die Aktiengesellschaft Schloeglmühl über. Dieselbe arbeitet (1894) noch immer mit der Ungerer'schen Gegenstrom-Kocherei, welche durch Erfahrung erheblich verbessert und ergänzt wurde.

Eine zweite mit diesem Verfahren ausgestattete, der Firma Schoeller & Co. in Wien gehörige Anlage ist seit Anfang der neunziger Jahre in Torda in Siebenbürgen in Thätigkeit.

Der Stuppacher Zellstoff zeichnet sich durch Reinheit, Helle und leichte Bleichfähigkeit aus. Letztere Eigenschaft besitzt derselbe in demselben Grade wie Leinwand, da er, dem Sonnenlicht ausgesetzt, völlig weiss wird. Ein dem Verfasser vorgelegter 12 cm breiter Streifen Stuppacher Zellstoff-Pappe zeigte sich auf einer Seite an den Stellen, wo derselbe der Sonne ausgesetzt gewesen war, schneeweiss, während die Stellen links und rechts, welche gegen die Sonne gedeckt waren, graubraune Färbung wie die Rückseite behalten hatten.

**509. Tränkverfahren.** Die Forrest Paper Co. erzeugte 1873 in ihrer Fabrik zu Yarmouth bei Portland in Maine Papierstoff durch ein Verfahren, welches in der ersten Ausgabe dieses Buches folgendermaassen beschrieben war:

Das zur Verarbeitung kommende Scheitholz wird, wie in Manayunk (Abschn. 504), in Scheiben zerhackt und von einem Elevator auf den Boden gebracht, von dem aus die Kessel ihre Füllung erhalten. Diese Kessel sind waagerechte Drehcylinder von 210 cm Durchm. nnd 540 cm Länge, welche (mit etwa 3000 kg Holz) möglichst voll gepackt werden und dann durch das Mannloch einen Zusatz von so viel Aetznatronlauge erhalten, als noch Platz finden kann. Die ans kaustischer Soda bereitete Lauge zeigt für Tannenholz 14 bis 15° Bé, für Pappelholz nur 7° Bé. Sobald das Mannloch wieder verschlossen ist, wird von derselben Lauge mit einer starken Druckpumpe noch so viel durch einen der Drehzapfen eingetrieben, dass der innere, von dem Manometer angezeigte Druck auf etwa 6 bis 7 Atmosphären steigt. Dieser Druck wird durch vollständigen Abschluss des Kessels während der folgenden einstündigen Drehbewegung erhalten und veranlasst die Lauge, das Holz in allen Theilen gründlich zu durchdringen. Aus dem wieder still gestellten Kessel wird durch einen mit durchlöchertem Blech bedeckten Hahn Lauge abgelassen, bis nichts mehr abfliesst, bis sich also nnr der in dem getränkten Holze zurückgebliebene Theil noch in dem Kessel befindet.

Jetzt entleert man den Kessel durch einen hölzernen Trog in den senkrecht darunter liegenden gleich grossen Kessel, welcher ringsum in einem Abstand von 7 bis 8 cm von einem dampfdichten Mantel eingehüllt ist. Dem Mantel wird Dampf von 6 bis 7 Atmosphären Spannung zugeführt, bis der Inhalt des Kessels eine Stunde lang demselben Druck ausgesetzt war, was gewöhnlich $5^1/_3$ Stunden in Anspruch nimmt. Nachdem dann der Dampf, welcher sich bei dieser Heizung aus der im Holze befindlichen Flüssigkeit entwickelt hat, abgeblasen ist, wird der Kessel in einen gemauerten Behälter entleert. Das Holz, welches beim Entleeren des Laugers gebacken ausgesehen hatte, ist jetzt in eine Mischung von grauem und dunkel gefärbtem Faserstoff verwandelt, dessen Theile sämmtlich so weich sind, dass sie sich zwischen den Fingern zerdrücken lassen. Bei dem folgenden Waschen im Holländer nimmt die ganze Masse die bekannte graue Stofffarbe an und wird in eine Stoffbütte abgelassen, von welcher aus sie auf eine Nassmaschine von der in Figg. 773 und 774 dargestellten Art gepumpt wird. Die Knotenfänge dieser Maschine befreien den Stoff von Verunreinigungen, und die Nasspresse giebt ihn in feuchten Bogen ab.

Soll der Stoff zur Anfertigung von Pack- und Umschlagpapieren dienen, so kommt er in dieser Form zur Verwendung und wird dann vorzugsweise aus Tannenholz bereitet, weil es sehr feste lange Fasern liefert. Ist er für weisse Papiere bestimmt, so wird er auf gewöhnliche Art im Holländer gebleicht; ob und welche Schwierigkeiten das Bleichen verursacht, konnte der Verfasser jedoch nicht ermitteln, da die Forrest Paper Co. gewöhnlich nur braune oder hell gefärbte Papiere aus Holzstoff fabrizirt. Ebensowenig können die angewendeten Mengen von Aetznatron und sonstige Unkosten und Ergebnisse mitgetheilt werden, da die Gesellschaft alle solche Zahlen geheim hält. Der Umstand, dass das Verfahren nach keiner Richtung hin Verbreitung gefunden hat, berechtigt vielleicht zu dem Schluss, dass kein grosser Gewinn damit erzielt wird. Zu Gunsten desselben spricht dagegen der Umstand, dass die Forrest Paper Co. grosse Mengen ihres Holzstoffes zur Anfertigung des Papiers der gemsfarbenen amerikanischen Postkarten geliefert hat.

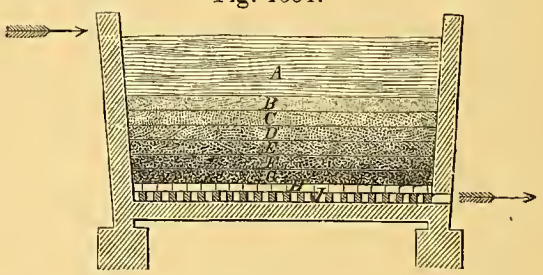
Am 26. Mai 1871 erhielten Thos. Wrigley von Bury, Henry Bruce und Julius Seitz das britische Erfindungspatent für ein Verfahren zur Bereitung von Holzstoff, wobei man dem Kessel, worin das Holz eingeschlossen ist, die Luft durch eine Luftpumpe oder auf andere Art entzieht und dann Aetznatronlauge, womöglich unter Druck, einlässt. Die übrige Flüssigkeit kann von dem mit Lauge getränkten Holz abgelassen werden, und letzteres wird mit Dampf gekocht. Ob und mit welchem Erfolg dieses Verfahren angewendet wird, ist dem Verfasser nicht bekannt geworden.

Die in vorstehenden Abschnitten beschriebenen Verfahren sind zwar in den 20 seit Niederschrift der ersten Ausgabe verflossenen Jahren erheblich vervollkommnet worden, aber die Grundzüge sind unverändert geblieben. Nachstehende Beschreibungen neuerer Natron-Holzzellstoff-Anlagen und Verfahren lassen die seitdem gemachten Fortschritte erkennen. Die Neuerungen in der Zerkleinerung und Sortirung des Holzes sind grossentheils von der Sulfitstoff-Fabrikation auf die Natronzellstoff-Fabrikation übergegangen und sollen desshalb in Verbindung mit ersterer erläutert werden.

**510. Zellstoff- und Papierfabrik von De Naeyer & Co. in Willebroeck, Belgien.** Auf Seiten 1194 und 1195 ist auf Grund eines Besuches des Verf. im Jahre 1888 die in Willebroeck angewendete Wiedergewinnung des Natrons erklärt. Seitdem ist diese grösste Anlage ihrer Art erheblich erweitert worden, und nachstehend wird desshalb auf Grund eines zweiten 1894 dort gemachten Besuchs eine kurze Beschreibung derselben gegeben. Stadt und Fabrik liegen zwischen Mecheln und Antwerpen unweit des Rüpel, eines von Seeschiffen befahrenen Nebenarms der Schelde. In den Rüpel mündet an dieser Stelle ein an der Fabrik vorüberführender Schifffahrtskanal, welcher in den nächsten Jahren solche Erweiterung erfahren soll, dass Seeschiffe darauf unmittelbar bis Brüssel gelangen können. Eisenbahn-Geleise verbinden die Vorrathsschuppen mit allen Theilen der Anlage und dem belgischen Bahnnetze und werden demnächst bis an den Rüpel gelegt, um die Seeschiffe dort unmittelbar auf und von Bahnwagen zu ent- und beladen.

Bei der Fluth steigt der Rüpel um etwa 4 m, und dann wird das für die Fabrik nöthige Wasser in lange Kanäle eingelassen, wo es Zeit findet, seine Verunreinigungen abzusetzen. Von hier gelangt es in einen grossen Teich, welcher eine nach Bedarf vermehrte Anzahl Filter speist, wovon Fig. 1351 in 1:100 der wahren Grösse einen Querschnitt giebt.

Fig. 1351.




In den gemauerten Behältern ruhen auf hochkantigen Ziegeln *J* flache Ziegel *H*, welche wohl Wasser, aber nicht den von ihnen getragenen Kies durchlassen. Die unmittelbar darauf liegende Schicht *G* besteht aus Kies von 3—5 cm, die folgende *F* aus Kies von 1—2 cm und *E* aus Kies von $^1/_2$ cm Durchmesser. Dann folgt eine Schicht sehr groben Sandes *D*, hierauf mittlerer Sand *C*, zuletzt sehr feiner Sand *B*, und auf diesem steht das von oben in der Richtung des Pfeils eingelassene Wasser *A*. Dasselbe lässt dort alle seine Verunreinigungen zurück, sickert allmälig von oben nach unten durch die Schichten *B* bis *G* und fliesst in der Richtung des andern Pfeils ab.

Durch 4—5 qm solcher Filterfläche sickert 1 cbm Wasser in einer Stunde, und 1888 waren schon so viele Filter vorhanden, dass die Fabrik in 24 Stunden 15 bis 20 Millionen Liter reines Wasser erhielt. Seitdem hat sich der Wasserbedarf, besonders durch die neue Sulfitstoff-Anlage derart vermehrt, dass die Fabrik ebenso viel Wasser braucht wie zur Versorgung Antwerpens gefördert wird. Der oben in den Filtern angesammelte Schmutz wird abgeschaufelt, sobald

er dort etwa $1^1/_2$ cm dick liegt und das Wasser nicht mehr genügend durchlässt; Reinigung des gesammten Inhaltes, d. h. des Kieses und Sandes durch Auswaschen ist nur alle zwei Jahre nothwendig.

Unweit dieser Anlage beginnt auch das Rieselfeld, auf welches 1888 sämmtliche Abwasser der Fabrik geleitet wurden. Eine Fläche von 50 ha war zu diesem Zweck in 3 Theile getheilt, und auf demjenigen dieser Theile, welcher gerade berieselt wurde, blieben alle Unreinigkeiten der Abwasser zurück, während das durchsickernde gereinigte Wasser in die Schelde floss. Die andern beiden Theile der 50 ha, welche in vorhergehenden Jahren ebensolche Düngung erhalten hatten, wurden als Ackerland bebaut und gaben guten Ertrag. Seit dem Bau der Sulfitstoff-Anlage kommen saure Abwässer aus dieser mit alkalischen aus der alten Anlage zusammen und neutralisiren sich gegenseitig. Nachdem ihnen Gelegenheit gegeben ist, sich in langen Kanälen zu reinigen, werden sie bei Ebbe in den Rüpel abgelassen.

Mit Natron werden Rohstoffe der verschiedensten Art aufgeschlossen, wenn sie nur genug Fasern enthalten und sich in Ankauf und Verarbeitung billig genug stellen. Die Hauptmasse bilden Abfälle der Holzschuhfabriken aus Pappel- und andern Laubhölzern, von denen durch Vertrag 40000 bis 50000 kg täglich gesichert sind. Ausserdem kommen alle Holzabfälle der Sulfitstoff-Fabrik, Espartogras, Schilfrohr, Stroh usw. zur Verarbeitung. Da es 1893 nur wenig Stroh gab und dasselbe sehr theuer war, wurde es durch Bambus-Matten ersetzt, die zum Verpacken von Zucker gedient hatten.

Die Holzabfälle, wie auch die andern Rohstoffe werden aus den Vorrathsschuppen auf Schienen in die Fabrik befördert, in Siebtrommeln gewaschen, zerkleinert, wieder gewaschen, nochmals zerkleinert und — alles mechanisch — in das Stockwerk über den Kochern befördert. Das Kaustiziren der Soda wird hier nicht, wie sonst allgemein, in offenen Rührbütten, sondern in waagrecht gelagerten cylindrischen Drehkesseln von etwa 1 m Durchmesser und 2 bis 3 m Länge ausgeführt. Die frische, kalzinirte oder wiedergewonnene Soda wird mit Stücken des erforderlichen gebrannten Kalks durch zwei Mannlöcher eingefüllt, Wasser zugelassen und der Kessel in Bewegung gesetzt. Durch einen hohlen Zapfen strömt Dampf ein, und ein mit der Achse paralleles Mitnehmerblech sorgt dafür, dass gründliche Mischung erfolgt. Nachdem man etwa $1^1/_2$ Stunden hat Dampf einströmen lassen, wird der Hahn geschlossen, aber die Drehung fortgesetzt bis Prüfung ergiebt, dass die Kaustizirung vollendet ist. Dann wird der Inhalt in einen tiefer stehenden eisernen Behälter entleert, fällt aber erst in einen eingehängten eisernen Korb, welcher etwaige Steine zurückhält. Die Vorzüge dieser Kaustizirung im Drehkocher bestehen darin, dass man unter Druck stärkere Lauge herstellen kann als in offenen Mischern, dass die ganze Arbeit in drei Stunden vollendet ist und viel weniger Dampf in Anspruch nimmt. Dadurch, dass der Kalk nur drei Stunden anstatt zwölf mit der Soda in Berührung bleibt, lässt er sich auch leichter und vollständiger davon trennen, und es bilden sich weniger unlösliche Kalk-Natron-Verbindungen. Nachdem sich die Lauge in dem untern Behälter genügend abgesetzt hat, zieht man die Lösung mit einem Rohr ab, welches so gesenkt wird, dass nur der klare Theil ablaufen kann. Der Kalk-Rückstand wird so lange ausgewaschen als er noch Natron abgiebt, und man hat

hier nicht nöthig, sparsam mit dem Wasser umzugehen, da alle Waschwasser, welche Natron enthalten, zum Speisen von Dampfkesseln dienen, bis sie genügende Konzentration zur Ueberführung in die Wiedergewinnungs-Einrichtung haben.

Ob mit Sulfat oder Natron gekocht wird, hängt davon ab, was für Zellstoff bestellt ist. De Naeyer hat übrigens schon viele Jahre vor Dahl mit Sulfat gearbeitet.

Die waagrecht liegenden Drehkocher sind gegenüber den sonst üblichen sehr klein, haben nur 1,40 m Durchmesser und 6 m Länge. Sie liegen hoch genug, um sich in unmittelbar darunter stehende eiserne Waschholländer zu entleeren, die so gross sind, dass sie den Inhalt eines Kochers aufnehmen und waschen. In solchen Kochern werden unterschiedslos Holz, Esparto, Stroh und viele andere Rohpflanzen mit Natronlauge von 10 bis 12° B und bei hoher Dampfspannung gekocht, je nachdem die eine oder andere nach den jeweiligen Marktpreisen vortheilhaft erscheint. Das Kochen wird jedoch nicht zu weit getrieben, sodass der Stoff, wenn er aus den Kochern kommt, meist noch seine ursprüngliche Gestalt zeigt, sich wohl zerdrücken lässt, aber sich doch noch verhältnissmässig hart anfühlt.

Wenn zu stark und zu lange gekocht wird, geben nämlich die Pflanzenstoffe viel geringern Ertrag, wesshalb man hier etwa unvollkommenes Kochen durch Aussuchen der ungenügend gekochten Theile und nachheriges starkes Bleichen möglichst ausgleicht. Die nachträglich aus den Sandfängen, Holländern usw. ausgesuchten schlecht gekochten Theile werden jedoch nicht nochmals gekocht, sondern so wie sie sind zu Packpapier verarbeitet. De Naeyer will sich lieber der Gefahr aussetzen, manchmal nicht vollkommen gekochten Stoff zu erhalten, als durch zu starkes Kochen beständig grösseren Stoffverlust zu erleiden. Der in den grossen Holländern gewaschene und von der Lauge befreite Stoff wird in grosse Bleichholländer gebracht und dort mit etwa 25 pCt. Chlorkalk gebleicht. Das Bleichen wird nicht auf einmal zu Ende geführt, sondern der Stoff mehrmals ausgewaschen und wieder mit Chlorkalklösung behandelt. Hierdurch wird allzu heftige Einwirkung der Bleiche vermieden und Schonung der Fasern, sowie vielleicht grössere Ausbeute erzielt.

Aus den Bleichholländern geht der Stoff zuerst durch steinerne Mahlgänge (Raffineure) und fliesst dann durch zwei Rinnen von etwa 50 cm Breite, aber 259 m Länge, die durch auf dem Boden liegende kleine Wehre als Sandfang und einzige Reinigungs-Einrichtung dienen, in die Absetz-Kasten für gebleichten Stoff. Diese langen Sandfang-Rinnen sind übrigens auch die einzige Verbindung der beiden ziemlich weit von einander entfernten Gebäude für Herstellung von Stoff und dessen Verarbeitung zu Papier.

Die Art der Wiedergewinnung der Soda ist auf Seiten 1194/5 beschrieben, und dem dort Gesagten ist nur zuzufügen, dass die Zahl der von de Naeyer & Co. gebauten Röhren-Dampfkessel infolge des Baues einer Sulfitstoff-Anlage erhebliche Vermehrung erfahren hat. Da alle diese Kessel mit verdünnter Ablauge gespeist werden können, so ist jetzt noch mehr Kesselraum zu deren Konzentration verfügbar.

Das Bleichen erfolgt mit Chlorkalk, welcher mit aus Braunstein und Salzsäure entwickeltem Chlorgas hergestellt wird. Die dazu nöthige Salzsäure kommt in Bottichwagen auf Geleisen neben die mit Braunstein gefüllten Chlorgas-Entwickler und fliesst unmittelbar in dieselben. Das Chlorgas wird nicht in Gasform zum

Bleichen benutzt, sondern, wie erwähnt, durch Einleiten in Kalkmilch in flüssigen Chlorkalk verwandelt, welchen de Naeyer gasförmigem Chlor vorzieht, weil er wirksamer und bequemer ist. Dagegen erspart er das in Chlorkalkfabriken erforderliche Trocknen des Chlorkalks, bei dem sich feste Verbindungen von Chlor mit Calcium bilden, die einen Theil des angewandten Chlors in Verlust bringen. Ein solcher Verlust tritt bei dem selbstbereiteten flüssigen Chlorkalk nicht ein, und das ganze angewandte Chlor wird beim Bleichen nutzbar gemacht.

Der so dargestellte flüssige Chlorkalk wird in grosse, in den Bleichholländer-Sälen stehende Behälter aus Eisenblech gepumpt, und sobald er darin seine festen Bestandtheile abgesetzt hat, nach Bedarf in einer Stärke von 8 bis 10° Bé. verwendet. Alle Chlorkalk-Leitungen sind aus Eisen, theils Guss- theils Schmiedeeisen. Sie gewähren volle Befriedigung, da sie sich im Innern mit einer harten Kalkkruste überziehen, welche das Eisen gegen Angriffe des Chlors schützt.

Fünf in einem gemeinsamen Gebäude stehende selbst gebaute Langsieb-Papiermaschinen nebst den zugehörigen Ganzholländern u.s.w. verarbeiten einen Theil der täglich erzeugten 20 Tonnen Natron-Zellstoff.

Die neue Sulfitstoff-Anlage wird weiterhin unter »Sulfitstoff« kurz beschrieben.

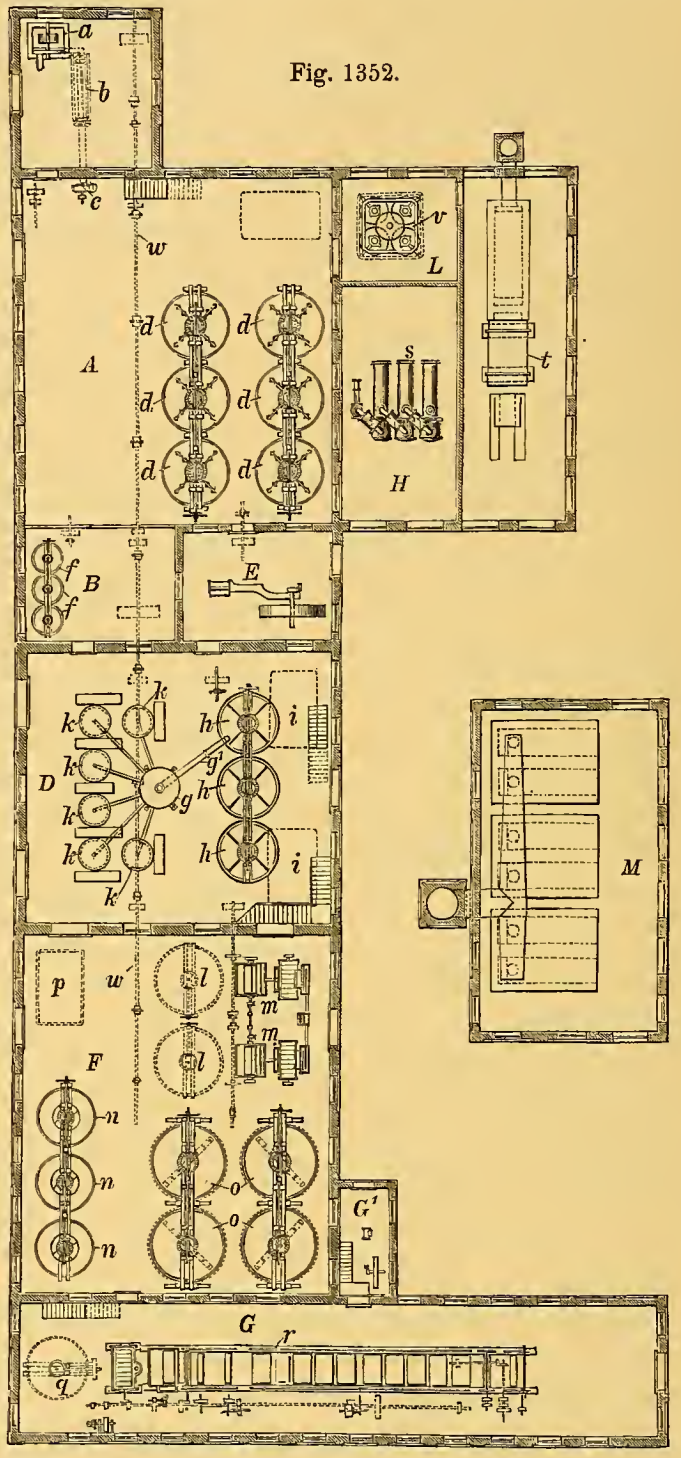
**511. Amerikanische Natron-Zellstoff-Fabriken.** Die Pusey & Jones Co. in Wilmington i. Delaware hat 1893 in Buena Vista in Virginien nach den Angaben der früheren technischen Leiter der American Wood Paper Co., Herren Embree und Egolf, eine Anlage zur Erzeugung von Zellstoff aus Holz durch Kochen mit Natron ausgeführt, von der Fig. 1352 einen Grundriss in 1 : 500 der wahren Grösse giebt. Aus dem Holzhacker *a* fallen die Stückchen in eine mit Metalltuch bekleidete, über dem Fussboden desselben Raumes liegende Siebtrommel *b*, welche Staub, Schmutz und Sägespäne durchgehen lässt, also das Holz davon befreit. Das Ende der Trommel schliesst sich an das Saugrohr eines Ventilators *c*, welcher die Holzstücke in über den Kochern stehende Behälter bläst.

In dem Raum *A* stehen sechs mit Rührern versehene Bottiche *d* zum Mischen und Kaustiziren der Lauge, und der übrige freie Theil dient zum Lagern von Soda, Kalk u.s.w. Von der Dampfmaschine in *E* aus wird nach allen Theilen hin Kraft geliefert und besonders die über dem Fussboden liegende Hauptwelle *w* angetrieben. In *B* stehen drei mit Rührern versehene Chlorkalklöser.

Die sechs Kocher *k* im Raum *D* werden aus darüber befindlichen Behältern mit Holz gefüllt. Nach beendetem Kochen wird der ganze Inhalt eines Kochers *k* unter Druck in einen gemeinsamen Empfänger *g* geblasen, wo der Stoff gegen die Wände geschmettert und in seine Fasern zertheilt wird. Der aus Eisen- oder Stahlblech angefertigte Empfänger *g* hat 2,75 m Durchm., 3,65 m Höhe, seine Wände sind 4,5 mm, Boden und Decke 6 mm dick. Der gesammte Inhalt von *g* wird durch das verstellbare Rohr $g^1$ in einen der drei Rührbottiche *h* abgelassen, von wo zuerst die starke Lauge durch den doppelten Boden in einen der zu ebener Erde darunter stehenden Sammelbehälter *i* fliesst. Nach thunlichster Abscheidung der starken Lauge wird Wasser zugelassen und gewaschen, bis der Stoff möglichst frei von Lauge ist. Einer der Ablaugen-Sammler *i* dient zur Aufnahme der starken Laugen und der ersten Waschung, der andere ist für die anderen Waschwasser bestimmt. Das Wasser dieser zweiten und dritten Waschungen, die man möglichst mit warmem Wasser ausführt, wird zur ersten Waschung des

folgenden Kocherinhalts verwendet. Nachdem möglichst alle Lauge aus dem Stoff entfernt ist, lässt man diesen in eine tiefer, d. h. zu ebener Erde stehende Stoffbütte *l* ab und pumpt ihn aus dieser auf Cylinder-Entwässerungsmaschinen *m* von der Seite 853 dargestellten Bauart. Der in den Knotenfängen der Maschinen gereinigte Stoff fliesst in die zweite Stoffbütte *l*, aus welcher er durch eine Pumpe in die drei Bleichbottiche *n* befördert wird. In demselben Raum *F* stehen auch vier mit Rührern versehene Wascher *o* von 1,8 m Höhe und Durchmesser, worin der gebleichte Stoff wieder ausgewaschen wird, um dann in die unten stehende Stoffbütte *q* der Entwässerungs-Papiermaschine *r* zu fliessen. Diese steht, wie die Papiermaschinen vieler neuerer amerikanischen Fabriken, eine Treppe hoch, während Stoffbütte, Vorgelege, Pumpen sich darunter befinden, und so der Raum um die Maschine freigelassen ist. Die Dampfmaschine, welche die Kraft zum Antrieb der Papiermaschine liefert, steht nicht nur zu ebener Erde, sondern auch in besonderem Nebenraum $G^1$. Die Entwässerungs-Papiermaschine *r* ist mit zehn Trockencylindern von 4′ in der untern und neun von 3′ Durchmesser in der oberen Reihe versehen und soll 15 Tonnen Stoff in 24 Stunden trocknen.

Fig. 1352.




Die Ablaugen, aus welchen die Soda wiedergewonnen werden soll, kommen zuerst in den im Raum *H* unter-

gebrachten Yaryan'schen Eindampfer *s* (s. S. 1181 bis 1184), der sie an den Ofen *t* abgiebt. Aus der hier zu Asche gebrannten Lauge wird im Raum *L* mittels der Einrichtung *v* die Soda ausgezogen. Die Dampfkessel stehen in dem abgetrennten Bau *M*. Die inneren doppelten Böden der Waschbottiche bestehen meist aus etwa 3 mm starkem Eisen- oder Stahlblech mit Löchern von 1,5 mm Durchmesser, die etwa 12 mm auseinander sitzen und keine Fasern durchlassen.

In Figg. 1353 und 1354 ist in Grund- und Aufriss in 1:50 der wahren Grösse einer der zum Ansetzen und Kaustiziren der Lauge dienenden Mischer *d Akali mixing tank* dargestellt. Der aus dünnem Blech hergestellte Bottich *1* ragt ringsum über sein gemauertes Fundament hervor, ist oben geschlossen und nur durch zwei in Scharnieren hängende Deckel *2* zugänglich, welche zum Einbringen von Kalk und Soda dienen. Auf der von einer Kette *3* angetriebenen waagrechten Welle sitzen die Kammrädchen *4*, welche man mit Kupplung und Hebel *5* in Bewegung setzt, wenn die senkrechte Rührwelle *6* umlaufen soll. Diese Welle *6* trägt in einem gusseisernen Kern vier

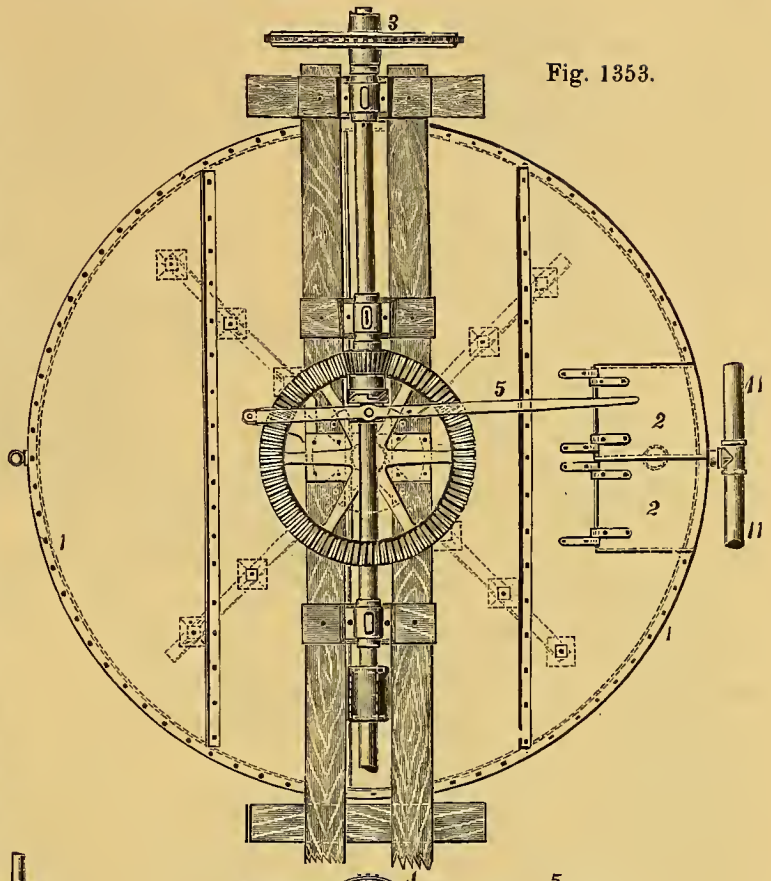



Fig. 1353.

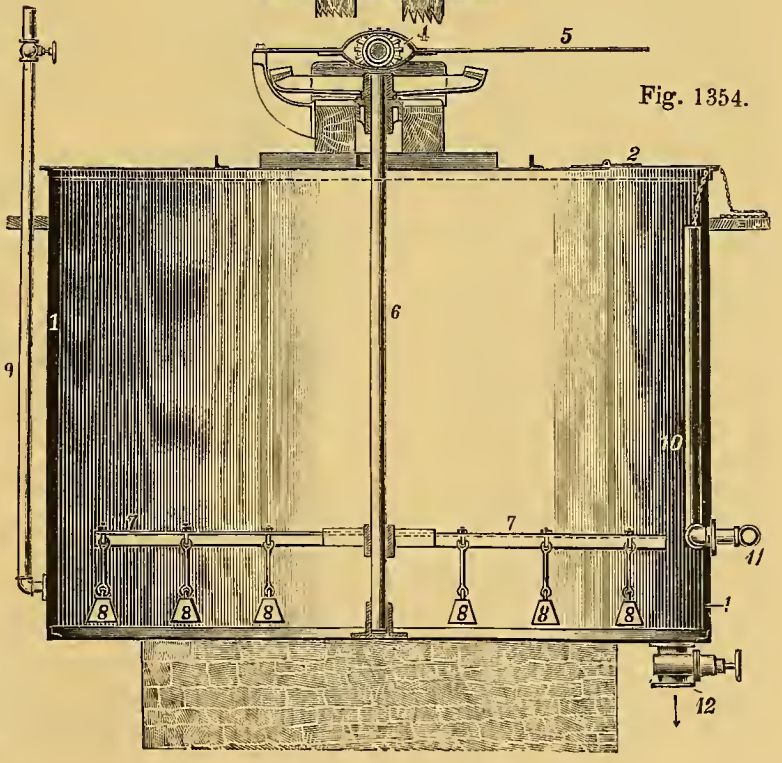
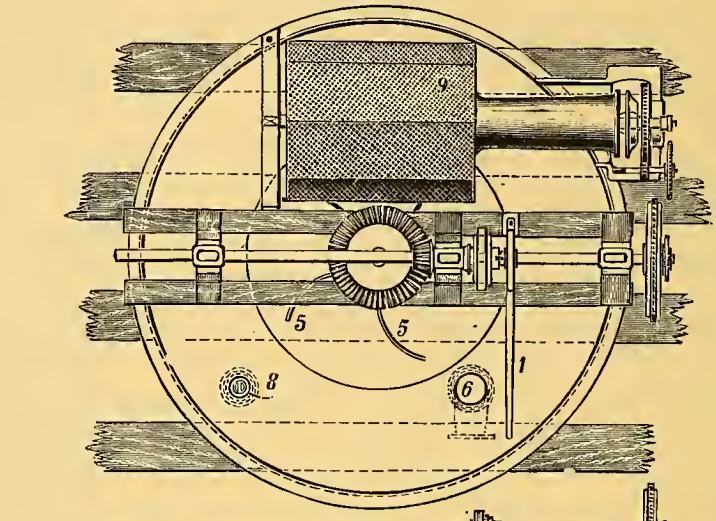



Fig. 1354.

Arme *7* aus Winkeleisen mit gelenkig daran hängenden Gewichten *8*, die beinahe bis zum Boden reichen. Durch Rohr *9* wird Dampf zugeleitet, und das im Innern befindliche auf- und abdrehbare Rohr *10* wird beim Abziehen der Lauge mit einer Kette so weit niedergelassen, dass in seine Mündung nur klare Flüssigkeit gelangt. Diese fliesst durch ein Rohr *11*, welches drei Bottichen *d* dient, in den Laugenbehälter (in Fig. 1352 punktirt). Die Rückstände werden durch Hahn *12* ausgewaschen.

Fig. 1355.




Einer der Bleichbottiche *n* ist in Figg. 1355 und 1356 in Grund- und Aufriss in 1:50 der wahren Grösse dargestellt. Dieselben bestehen aus Gusseisen, da dieses erfahrungsmässig der Einwirkung von Chlorkalklösung am besten widersteht. Die Ecken sind innen abgerundet, damit sich nichts ablagern kann. Die senkrechte gusseiserne Welle *2* wird genau wie die der Mischer *d* angetrieben, vom Hebel *1* aus eingerückt und dreht sich 50 mal in der Minute. Auf dem untern Theil der Welle *2* sitzt ein turbinenähnlicher Rührer nach Smith's Patent, der durch Schleuderkraft den von der Mitte aus in der Richtung der Pfeile durch die obere Platte *3* zwischen diese und die untere Platte *4* gelangenden Stoff in heftige Bewegung versetzt

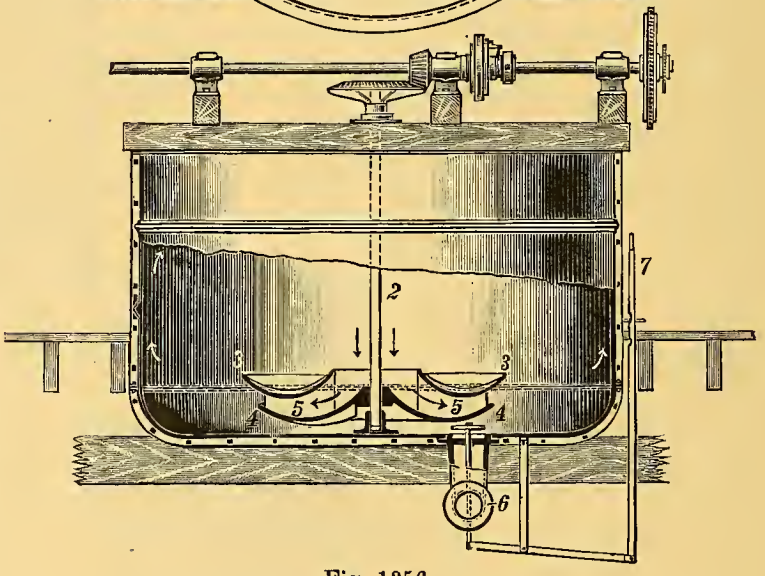


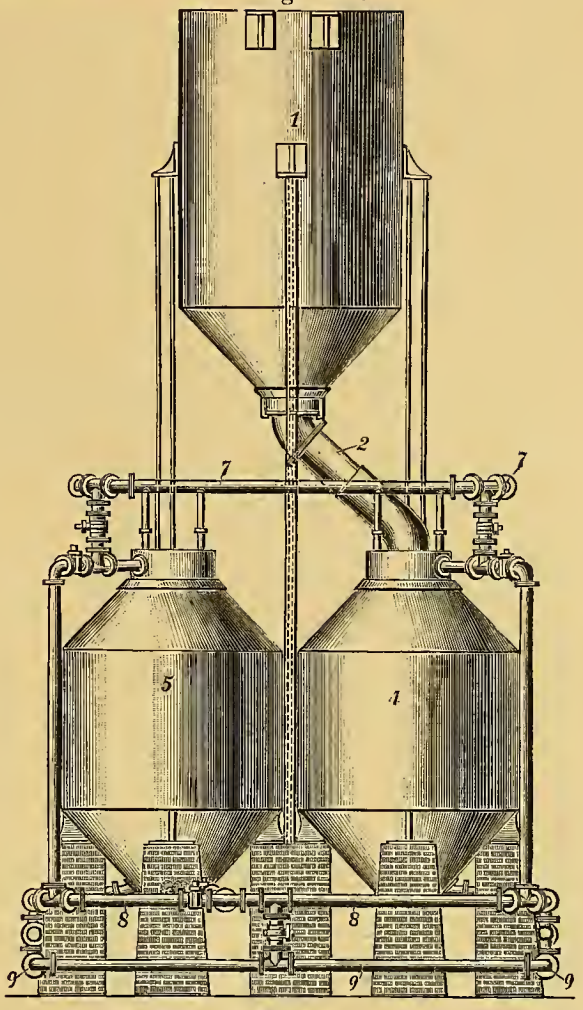

Fig. 1356.

und ihn veranlasst, längs den Wänden aufzusteigen und durch die Mitte zurückzukehren. Die Verbindung zwischen den Tellern *3* und *4* ist durch Verbindungsrippen *5* hergestellt, die wie Mitnehmer-Schaufeln gekrümmt sind. Damit sich am Teller *3* oben und an *4* unten nichts ansetzen kann, sind dieselben auch dort mit Rippen versehen. Ein Ventil *6*, welches vom Handhebel *7* aus regiert wird, dient zum Ablassen des gebleichten Stoffs, ein Ventil *8* zum Auslassen des zum Auswaschen benutzten Wassers. Die Chlorkalklösung kann durch die Seite oder den Boden

zugeführt werden. Die gründliche Mischung des Stoffs mit der Bleichlösung soll das Bleichen sehr erleichtern und hat der Einrichtung in vielen Papierfabriken Eingang verschafft, wo sie die Bleichholländer völlig ersetzt. Wenn diese Bleicher nicht mit Waschtrommel *9* zur Entfernung der Bleichlösung versehen sind, so erfolgt dies in den Waschern *o* (Fig. 1352), wie oben erwähnt.

Die Einrichtung *v* (Fig. 1352) zum Aussaugen der wiedergewonnenen Soda ist in Figg. 1357 und 1358 in 1:60 der wahren Grösse in Auf- und Grundriss dargestellt. Der obere und mittlere Behälter *1* aus Schmiedeisen mit gusseisernem Deckel und sich verengendem Boden dient zur Aufnahme des wiedergewonnenen Salzes und lässt es durch das teleskopische Rohr *2* abwechselnd in die untern Bottiche *3*, *4*, *5* und *6* gleiten. Diese sind mit gelochten inneren Böden versehen, die als Siebe wirken. Wenn drei derselben, z. B. *5*, *6*, *3*, gefüllt und deren obere Oeffnungen wieder verschlossen sind, lässt man durch die obere Rohrleitung *7* in den Bottich *5* warmes Wasser treten, welches das Salz durchdringt und unter dem doppelten Boden in die untere Rohrleitung *8* tritt. In dieser sind die Hähne so gestellt, dass das Wasser nur bis zu dem senkrecht in den oberen Theil des Bottichs *6* mündenden Rohr gelangt, darin aufsteigt und auch hier von oben nach unten durch das Salz dringt. In gleicher Weise fliesst dasselbe Wasser noch durch Bottich *3* und aus diesem als starke Sodalösung durch das unterste Rohr *9* in einen Behälter, aus dem es nach Bedarf in die Mischer *d* (Fig. 1352) befördert wird. Während des Auslaugens von *5*, *6* und *3* hat man Bottich *4* mit frischem Salz gefüllt und

Fig. 1357.



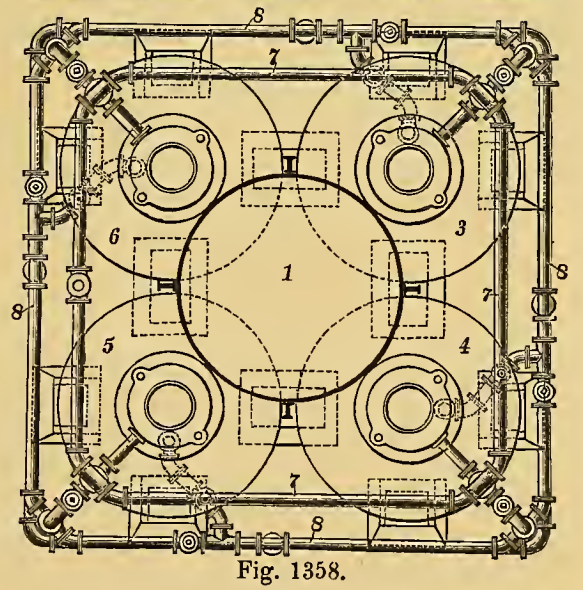
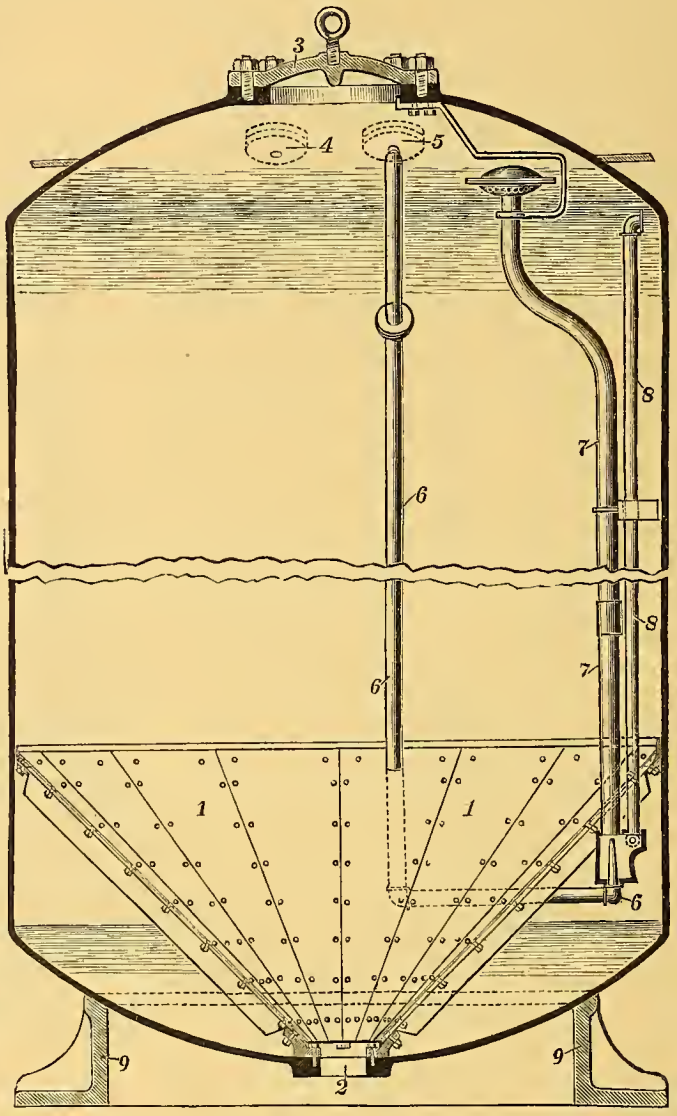




Fig. 1358.

schliesst ihn dann an *6* und *3* als Genosse an. Bottich *5* wird ausgeschaltet, sein Boden so geöffnet, dass das ausgesogene Salz nach unten herausfällt, wieder geschlossen und von oben frisch gefüllt. Das warme Wasser aus Rohr *7* fliesst jetzt in den Bottich *6* und durch *4* und *3* usw.

Einer der Kocher *k* ist in Fig. 1359 in 1 : 24 der wahren Grösse in Aufriss-Durchschnitt dargestellt. Er ist, an den äussersten Enden gemessen, 25 Fuss (etwa 7½ m) hoch, innen 7 Fuss (etwa 2,1 m) weit und aus Blech geschweisst, also ohne Nieten. Der Vice-Präsident und techn. Leiter der Pusey & Jones Co., Herr Thomas H. Savery, war vor einigen Jahren besuchsweise in Deutschland, lernte hier die geschweissten Kocher kennen und führte dieselben nach seiner Rückkunft mit solchem

Fig. 1359.



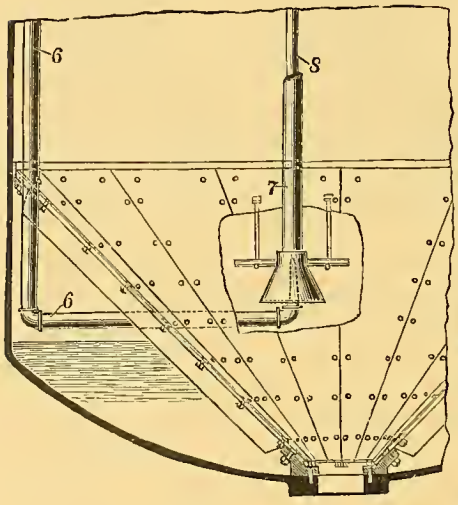




Fig. 1360.

Erfolg in die amerikanischen Natron-Zellstoff-Fabriken ein, dass seitdem schon 65 und überhaupt beinahe nur noch solche aufgestellt wurden. Der untere Theil des Kochers ist mit einem trichterförmigen gelochten innern Boden *1* versehen, welcher die Trennung der Lauge von dem Holz oder Stoff und dadurch die Herstellung eines Umlaufs der Lauge ermöglicht. Um das Einbohren von Löchern in das geschweisste Kesselblech möglichst zu vermeiden, ist der Trichter *1* mit nur *4* Schraubenbolzen an der Umfassung der Ausblaseöffnung *2* befestigt, wo das

Blech durch den aufgeschweissten Kranz erheblich verstärkt ist. Der Kranz, aus schmiedbarem Guss, welcher das obere Ende des Trichters bildet, ist genau eingepasst, aber garnicht an dem Kocher befestigt.

Um das obere Mannloch *3* ist wie um die untere Ausblase-Oeffnung *2* ein Verstärkungsring auf den Kocher geschweisst, auf welchen der Gussstahl-Deckel von aussen geschraubt wird. Innerhalb des Kreises der Befestigungsbolzen liegt in einer Rinne des Verstärkungsrings ein Bleiring, welcher vollkommen dichtet und bei Abnahme des Deckels ungestört bleibt. Die meisten Kocher wurden mit diesem Deckel versehen, nur einige Fabrikanten zogen den alten elliptischen von innen angepressten Mannloch-Verschluss vor.

Auf die obere Wölbung des Kochers sind noch Verstärkungen *4* für ein Ausblaserohr und Sicherheitsventil, sowie *5* für ein Dampfzuleitungsrohr geschweisst. Vom Einlass *5* erstreckt sich entlang der Wand ein 2″ weites Dampfrohr *6* bis unter den Trichter *1* und endet dort mit einer nach oben gerichteten Injektorspitze in einem gusseisernen Hut. Der zugeleitete Dampfstrahl dringt in das 2,5″ weite Rohr *7*, reisst wie beim Injektor die umgebende Flüssigkeit mit und fördert sie an das obere Ende, wo sie sich durch eine Brause von oben über den Kocherinhalt ergiesst. Von dem Hut der Rohrendung *6* erstreckt sich bis oben hin auch ein 1,25″ weites Druck-Ausgleichrohr, welches bewirkt, dass im obern und untern Theil des Kochers stets gleicher Druck herrscht. In Fig. 1360 ist ein Bruchstück des untern Theils des Kochers in solchem Schnitt gezeigt, dass man daraus die Röhren *6*, *7*, *8* und die Befestigung des Huts an dem Trichter ersieht. Diese Einrichtung zur Herstellung eines Laugenumlaufs *Logan's Patent-Circulator* hat sich bewährt.

Der Kocher ruht auf dem Gussring *9*, der selbst auf Mauerwerk liegt, ist aber nicht damit verbunden, sodass jedes Anbohren des geschweissten Kessels zum Zweck der Befestigung von Trägern u. dergl. vermieden ist.

Jeder Kocher hat 622 Kubikfuss Innenraum, fasst 2,75 *cords* = 17 rm zerhacktes Holz, die mit 2400 *gallons* = 10800 l Lauge von 11° Bé und bis 100 Pfund = etwa 6 Atmosphären Ueberdruck gekocht werden und 2600 Pfund engl. = etwa 1200 kg Stoff ergeben.

Eine seit mehreren Jahren mit Erfolg betriebene Natron-Zellstoff-Fabrik der Jessup & Moore Paper Co. in Philadelphia liegt in Wilmington an dem schiffbaren Delaware-Fluss und liefert einen grossen Theil ihres Erzeugnisses an die dortigen Papierfabriken derselben Firma. Verfasser besuchte dieselbe 1893 und berichtete darüber in der Papier-Zeitung Folgendes:

In den Delaware Mills kommt nur das in dieser Gegend sehr billige Pappelholz zur Verarbeitung. Dasselbe wird mit Maschinen entrindet, gehackt und in einer Siebtrommel von anhängendem Sägemehl sowie kleinen Verunreinigungen befreit, erfährt aber weiter keine Reinigung oder Sortirung, sondern gelangt unmittelbar in 10 senkrechte, geschweisste Kocher von 5′ 10″ (1,75 m) Durchmesser und 17′ (5,2 m) Höhe. Hier wird es mit kaustischem Natron 8 Stunden bei 8 Atmosphären Druck gekocht und in grosse eiserne Behälter ausgeblasen. Nachdem die Lauge abgelaufen ist, erfährt der Stoff hier noch eine Waschung, und beide Flüssigkeiten gelangen miteinander zur Eindampfung. Dazu dient ein aus 4 Batterien bestehender, also 4facher Yaryan'scher Verdampfer (s. Seiten 1181 bis 1184). In jeder Batterie, d. h. in jedem der vier Kessel des Verdampfers, befinden sich 150 Röhren, die allmonatlich durch Dämpfen und Auswaschen mit Schwefelsäure möglichst von angesetzter Kruste befreit werden. Trotz dieser Bemühungen wird jedoch die Kruste allmälig so stark, dass alle Röhren jährlich mit einem Kostenaufwand von 600 Dollars erneut werden müssen. Die

Verkrustung der Yaryan-Röhren soll in andern Gegenden bei Verwendung von Pappelholz nicht vorkommen, trat jedoch auch ein, als die dortigen Fabriken die in den Delaware Mills verwendete sogenannte virginische Pappel probeweise verarbeiteten. Diese Erfahrungen führten zu dem Schlusse, das letztere besondere, Kruste bildende Stoffe enthält, die in andern Arten nicht vorkommen. Zum Kalziniren der eingedampften dicken Lauge dienen 4 Warren'sche Drehöfen, deren Bauart Seite 1198 usw. beschrieben ist. Drei derselben sind in Thätigkeit, und einer ist zur Aushilfe bereit. Der durch die Wiedergewinnung verursachte Verbrauch an Kohlen konnte nicht angegeben werden, weil die Wärmequellen auch für andere Theile der Fabrik dienen, also eine besondere Abrechnung nicht möglich ist. Der Stoff wird in Holländern vollends ausgewaschen und auf einer Maschine mit einem Siebcylinder und 23 Trockencylindern in Rollen gebracht. Auch hier soll der eine Siebcylinder die ganze Erzeugung von 55000 Pfund in 24 Stunden entwässern, also ebensoviel leisten wie ein Langsieb. Da von solchen Maschinen nur Entwässerung verlangt wird, so haben die Vorzüge der Langsiebe gegenüber den Cylindersieben hier keine Bedeutung, und es empfiehlt sich desshalb, zu erwägen, ob letztere ihrer Einfachheit und billigeren Betriebs wegen nicht den Vorzug vor den in Deutschland üblichen Langsieben verdienen.

**512. Sulfatverfahren.** Dasselbe besteht, wie Seite 1169 erklärt, darin, dass das zur Bereitung der Kochlauge dienende Natron Na O grossentheils oder ganz durch schwefelsaures Natron oder Natriumsulfat $Na_2 SO_4$ ersetzt wird.

Dieser Ersatz von kaustischer Soda durch schwefelsaures Natron oder Glaubersalz ist eine der wichtigsten Verbesserungen bei der Bereitung von Zellstoff aus Holz, weil Glaubersalz erheblich billiger ist als kaustische Soda und weil bei dessen Anwendung mehr und festerer Faserstoff aus Holz gewonnen wird. Durch Verwendung von mehr kaustischer Soda oder mehr Sulfat sind erfahrene Fabrikanten imstande, aus einer Holzart weichen baumwollartigen bis zu festerem kräftigem Stoff herzustellen.

Da zur Verwendung von Sulfat keine Aenderung des Natron-Verfahrens und der dazu dienenden Einrichtungen erforderlich ist, so kann an dieser Stelle auf das auf Seite 1169 und Folge Gesagte verwiesen werden. Die dort gegebenen Vorschriften für Verarbeitung von Stroh gelten in gleicher Weise für Holz.

**513. Wiedergewinnung des Natrons.** Bei der Erzeugung von Zellstoff aus Holz wird der mit Natron gekochte Stoff im wesentlichen mit den Mitteln ausgelaugt und gewaschen, die Lauge ebenso eingedickt und ausgebrannt und das wiedergewonnene Salz ausgesüsst, wie es für die Verarbeitung von Stroh auf Seiten 1117 bis 1206 beschrieben ist. Eine wesentliche Verschiedenheit entsteht nur dadurch, dass die Kieselsäure der Strohlaugen einen erheblichen Theil des Natrons bindet und das Abdampfen wie die Wiedergewinnung erschwert (vergl. Seite 1203), während Holz wenig oder keine Kieselsäure enthält. Aus letzterem gehen dagegen Harzstoffe in die Ablauge über und erhöhen deren Brennwerth in viel stärkerem Maasse als bei Strohlaugen. Die Verarbeitung von Holz hat daher gegen die von Stroh den Vortheil, dass sich das angewandte Natron leichter, in grösserer Menge, bis zu 90 Prozent, und mit weniger Brennstoff aus der Ablauge wiedergewinnen lässt.

Ausser den auf Seiten 1173 bis 1206 beschriebenen Abdampf- und Kalzinir-Einrichtungen giebt es noch viele andere, auch geheim gehaltene, und neue oder abgeänderte tauchen fortwährend auf. Manche Fabrikanten halten es jedoch für überflüssig, verwickelte theure Anlagen zu diesem Zweck zu errichten und glauben ebenso gute Erfolge zu erzielen, wenn sie nur recht grosse Flammöfen bauen und durch geeignete Führung der auf dem Schmelzherd und Rost entwickelten Feuergase für deren Wärme-Ausnutzung und Verdampfung der Lauge sorgen. Ein erfahrener

Natron-Zellstoff-Fabrikant gab im Jahre 1892 in der Papier-Zeitung folgende Beschreibung eines solchen Ofens:

Die Hauptvorzüge eines Abdampf-Ofens bestehen darin, möglichst rasch, mit wenig Brennstoff und geringen Bedienungskosten die gebrauchte braune Lauge in Schmelze (Soda) zu bringen. Eine Fabrik, die in 24 Stunden 10 000 kg Zellstoff fabrizirt, arbeitet mit zwei Ofen, von denen nachstehend Beschreibung folgt.

Die ganze Länge eines solchen Ofens, von der Feuerung bis zum Schornstein, beträgt 22 m; er wird von einer Seite geheizt, und sein Rost hat 2 mm Schlitzweite. Gleich hinter der Feuerung liegt, durch eine Feuerbrücke davon getrennt, der Schmelzherd von $2^1/_2$ m innerer Länge und 2 m Breite. Zum Einfüllen der Kalzinirmasse auf diesen Herd ist oben in der Mitte seines Gewölbes ein gusseisernes Rohr von 35 cm Durchmesser eingemauert. Die sich bildende fertige Schmelze läuft in der Mitte der Sohle durch eine 10 cm weite Oeffnung nach aussen. Ausser dem Einfüllen der kalzinirten Masse ist hier keine Handarbeit nöthig. Gleich hinter dem Schmelzherd, wiederum durch eine Brücke getrennt, liegt der Kalzinirherd, der 18 m Länge und 2 m Breite innen hat. Dieser Herd ist durch eine Brücke in zwei Hälften getheilt, deren zweite mit einem eisernen 10 cm hohen Behälter versehen ist, welcher 8 cm höher als der gemauerte Kalzinirherd liegt. Dieser liegt $1^1/_2$ m über dem Fussboden, seine mit feuerfesten Steinen versehenen Seitenwände steigen noch 45 cm an und tragen über Schmelz- und Kalzinirherd ein Gewölbe von 7 cm Wölbungshöhe.

Unmittelbar hinter dem Kalzinirherd, quer zu demselben, liegt ein Dampfkessel (alter Holzkocher) von 10 m Länge, $1^1/_2$ m Durchmesser, an welchen sich der Schornstein schliesst.

Die braunen Laugen, sowohl die Koch- als die eingedickten Waschlaugen, werden in einer Stärke von 17 bis 18° Beaumé in einen auf dem Kalzinirherd stehenden Behälter geblasen oder gepumpt, von wo sie in den vorgenannten Dampfkessel übergehen. Die Laugen werden in diesem durch die abgehenden Gase der Feuerung und des Schmelzherdes so erhitzt, dass eine Spannung von 25—30 Pfund entsteht, und die Wasserdämpfe dieses Kessels werden zum Kaustiziren der Laugen im Mischer verwendet. Die Lauge kommt in diesem Kessel durch Verdampfen auf 27—28° Beaumé und wird aus demselben in den hintersten eisernen Theil des Kalzinirherdes geblasen, wo sie sich bis zu 37—38° eindickt. In dieser Stärke wird sie in den gemauerten Kalzinirherd abgelassen und bleibt dort, bis sie sich in einen konzentrirten Brei verwandelt hat. Im Kalzinirherd liegt die Hauptarbeit, und dessen vordere Längsseite hat auf je 1 m Entfernung, etwa 10 cm von der Sohle, Oeffnungen von 18 cm Breite und 12 cm Höhe mit eisernen Thüren, die im hintern Theil zum Durchpeitschen der Lauge mit einer eisernen dünnen Stange, im vordern Theil zum Rühren mit Krätzern dienen. Auf der Oberfläche der Lauge darf sich keine geschlossene Haut bilden, weil dieselbe die sich entwickelnden Wasserdämpfe festhält und so die Eindickung hindert, und weil bei zu hoher Temperatur der Wasserdämpfe Explosionen entstehen können und schon mehrfach vorgekommen sind, welche den Ofen zertrümmerten und Menschenleben in Gefahr brachten. Hier muss stets strenge Aufsicht geübt werden. Sobald die Lauge vollständig eingedickt ist, wird sie in eiserne Karren durch die vorgenannten Oeffnungen ausgekratzt und zum Schmelzherd befördert.

Dass zum Ausmauern der Feuerung des Schmelz- und vorderen Kalzinirherdes nur gute feuerfeste Steine verwendet werden dürfen, sei hier besonders bemerkt. Alle zwei Jahre erfordert die Sohle und auch theilweise das Gewölbe eine Erneuerung, die einschliesslich der zur Erkaltung nöthigen Zeit gewöhnlich eine Woche in Anspruch nimmt.

Ein solcher Ofen liefert in 24 Stunden durchschnittlich 5000 kg Schmelze. Die Fabrik feuert nur mit Holz und braucht 6 rm Brennholz, aber die meiste Hitze wird vom Schmelzherd geliefert. Welchen Einfluss der Brennstoff auf die Güte der Schmelze hat, zeigen folgende Ergebnisse:

| | Holz. | Kohlen. | Torf. |
|---|---|---|---|
| Kohlensaures Natron . . . | 65,27 | 50,20 | 60,32 |
| Schwefelsaures Natron . . | 10,47 | 19,40 | 6,05 |
| Schwefelnatrium . . . . . | 16,54 | 8,49 | 8,10 |
| Unterschwefligsaures Natron | 1,59 | 6,16 | 3,80 |
| Chlornatrium . . . . . | 0,64 | 2,80 | 0,66 |
| Kieselsäure . . . . . | 2,05 | 3,16 | 12,82 |
| Thon (Kalk) und Eisenoxyd | 2,40 | 5,19 | 5,90 |
| Schmutz . . . . . | 1,04 | 4,60 | 2,35 |

Torf war, abgesehen von der minder guten Beschaffenheit der Schmelze, auch in Bezug auf die erhaltene Menge Natron der theuerste Brennstoff, obwohl derselbe, da er auf dem Grund und Boden der Fabrik liegt, nur den Arbeitslohn kostet. Auch die Kohle lieferte geringere Mengen und kam theurer als Holzfeuerung. Die Löhne betragen auf 100 kg Schmelze 28 Pf.

**514. Bleichen von Natron-Holzzellstoff.** Natron- oder Sulfatholzzellstoff wird in gleicher Weise gebleicht, wie es für Stroh auf Seiten 1149 bis 1152 beschrieben ist. Seit Niederschrift jenes Abschnitts ist 1893 in der Papier-Zeitung eine Beschreibung des im letzten Satz der Seite 1150 und Folge erwähnten Nachbleiche-Verfahrens erschienen, welcher die in 1 : 75 der wahren Grösse gezeichneten Auf- und Grundrisse Figg. 1361 und 1362 entstammen. Zum Vermischen des Stoffs mit der Chlorkalklösung dient hier der auf Seiten 284—286 beschriebene Nacke'sche Holländer mit Turbinenrad, der jedoch auch durch andere Bauarten ersetzt werden kann.

Das von Welle $f^1$ angetriebene Turbinenrad $f$ aus Phosphorbronze dreht sich über einer Platte $a$ aus Bronze und Steingutfliesen, durch deren kreisrunde Oeffnung es den Stoff ansaugt, der dann am Umfang des Rades in fächerförmig ausgebreiteten Strömen in der Richtung nach oben austritt. Der mit Pfeil $S$ fliessende Stoff bildet beim Austritt über Platte $a$ einen über den ganzen Holländerboden ausgebreiteten Unterstrom, welcher die Stoffmasse gewissermaassen trägt und Ansetzen von Stoff am Boden und in den Ecken verhindern soll. Der nach Pfeil $t$ aus dem Flügelrad tretende Stoffstrom wird von der theils schrägen, theils gekrümmten Platte $b$ ebenfalls nach der Richtung des Stoffumlaufs abgelenkt und bildet, vereint mit dem Unterstrom, den starken Zug des Holländers. Der Boden des Holländers hat von der Stelle an, wo der Stoff aus dem Flügelrad tritt, bis zu dem Stoffventil $w$ gleichmässiges Gefälle, und steigt vom Stoffventil nach dem Turbinenrad zu wieder um einige Centimeter, sodass das Stoffventil $w$ und Spülventil $v$ am tiefsten Punkt des Holländerbodens liegen, und der Holländer rasch entleert werden kann. $T$ ist die Waschtrommel, die keinen Antrieb braucht, sondern vom Stoff bewegt wird. Der Holländer hat 7 m Länge und 3,5 m Weite, fasst je nach Eintragung 800 bis 1000 kg Stoff, bei 9 m Länge und 4,5 m Weite 1000 bis 1200 kg. Zellstoff-Fabriken nehmen gern letztere Grösse und gehen auch bis 10 m Länge.

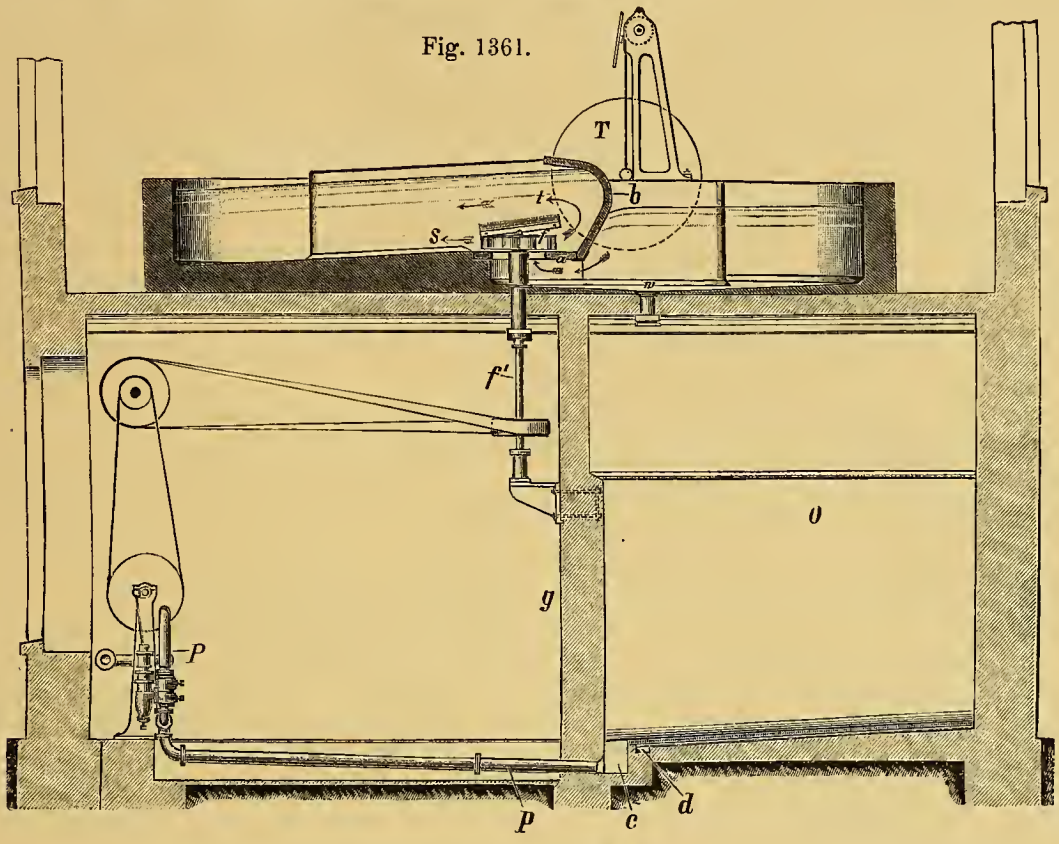
In Figur 1361 ist $O$ ein zur Nachbleiche dienender Stoffkasten, welcher zwei bis drei Holländer-Leeren fasst, die durch das Stoffventil $w$ unmittelbar hineinfliessen. Wenn der Holländer nicht unmittelbar auf dem Kasten steht, wird das Auslassrohr des Ventils $w$ durch ein Kupferrohr verlängert, sodass der Stoff in einen oder mehrere Kästen abgelassen werden kann. Das Spülventil $v$ hat eine im Gewölbe liegende Rohrfortsetzung, durch welche das Spülwasser abgeleitet wird.

Der Boden des Stoffkastens ist mit Filtrirsteinen belegt, die unten hohl sind, die Flüssigkeit durchlassen, aber den Stoff zurückhalten.

Der Boden des Kastens $O$ ist so angeordnet, dass das durch die Filtrirsteine dringende Bleichwasser in einen Abzugskanal $d$ fliesst, dessen Ablauföffnung mit einem Hahn versehen ist. Dieser Hahn bleibt solange geschlossen, als man den Stoff in der Bleichflüssigkeit stehen lassen will. Dann erst öffnet man denselben und lässt die Flüssigkeit aus dem Kanal abziehen. Wenn der Ausfluss vollendet und der Hahn wieder geschlossen ist, setzt man die mit Bronze- oder Gummi-Kugelventilen versehene Stoffpumpe $P$ in Betrieb und lässt durch dieselbe den Stoff aus der Vertiefung $c$ saugen. Der Boden des Kastens $O$ fällt von allen Seiten nach $c$ hin, damit aller Stoff zu dem Saugrohr $p$ der Pumpe $P$ fliessen kann. Um den entwässerten Stoff aufzuweichen und in die Vertiefung $c$ zu schwämmen, richtet ein Arbeiter die Mündung eines Wasserleitungs-Schlauchs durch

eine Einsteigöffnung der Wand *g* auf den Stoff und spült denselben nach und nach in die Grube *c*. Der Stoff wird bei dieser Art von Entleerung nicht verunreinigt und von der Pumpe ohne Handarbeit in die Bütte der Abpressmaschine oder nach einem andern gewünschten Punkte befördert.

Fig. 1361.



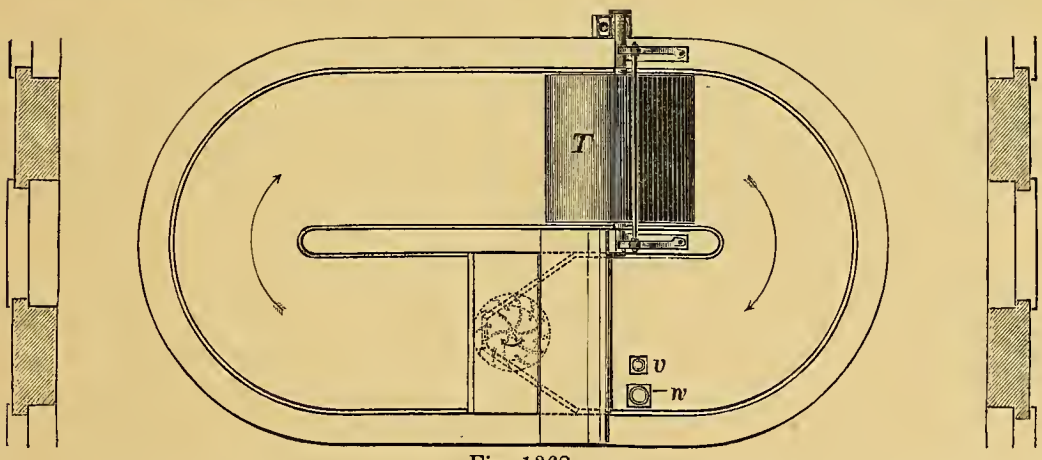




Fig. 1362.

Was auf Seite 1157 über die zum Bleichen von Stroh nöthige Menge Chlorkalk gesagt ist, gilt auch hier, man braucht um so weniger, je besser das Holz gekocht, je mehr es von seinen Inkrusten befreit ist.

**515. Kienöl-Gewinnung.** Auf Seite 1360 ist erwähnt, dass sich beim Dämpfen oder Kochen harzreichen Holzes Oel abscheidet. Dies ist in hohem Grade auch beim Kochen mit Natronlauge der Fall. Bei 110° C. verdampfen die im Holz enthaltenen Oele und lassen sich gewinnen, wenn man während der ersten Stunde des Kochens die Dämpfe aus dem oberen Theil des Kochers abzieht. Ein $^1/_2$ bis 1 Zoll weites Rohr genügt hierzu und muss in eine eiserne mit Wasser gekühlte Schlange von 7—15 cm Durchmesser führen, worin sich Oel und Dampf verdichten. Lässt man die ablaufende milchig trübe Flüssigkeit stehen, so scheidet sich Dampfwasser und darüber stehendes Oel ab. Aus 1 Raummeter „Kiefern-Knüppelrollen“ von 7 bis 15 cm Durchmesser erhält man nach Dr. Max Müller 0,1 bis 0,2 kg Oel, welches als „Kienöl“ im Handel bekannt ist, in Glasballons versandt und bei der Lackfabrikation als Lösungsmittel für verschiedene Körper benutzt wird. Ein Raummeter Kiefern-Kloben und starkes Rollenholz über 15 cm Durchmesser ergiebt 0,5 bis 0,8 kg. Das Oel darf beim Sulfatverfahren nur im Anfang des Kochens abgezogen werden, da man sonst sehr übelriechendes Oel erhält.

Man kann annehmen, dass ein Theil des so gewonnenen Oels in den Laugen bleibt, wenn es nicht in beschriebener Weise abgezogen wird. Dasselbe vermehrt dann bei der Wiedergewinnung der Soda, also beim Brennen der eingedickten Lauge deren Brennwerth ganz erheblich.

Wenn dünnes oder Knüppelholz verarbeitet wird, sagen die Arbeiter, „die Lauge brennt nicht“, d. h. sie enthält nach obigen Zahlen viel weniger Oel in Form von brennbarer Harzseife als bei Verwendung dickerer Hölzer.

Dieser Vortheil geht zum Theil verloren, wenn man zu viel Oel abtreibt, also das Abdestilliren zu lange fortsetzt. Im Anfange verdampfen nur die leicht flüchtigen Oele, die auf jeden Fall mit dem Abblasdampf verloren gingen, durch deren Entfernung daher der Lauge keine Verminderung ihrer Brennbarkeit zugefügt wird. Bei fortgesetztem Abziehen und höherer Temperatur mögen aber auch schwerer verdampfbare Oele flüchtig werden, die sonst in der Lauge verbleiben.

Aus Fichtenholz kann man kein Kienöl gewinnen.

Der Vanille-Geruch, welcher nach Seite 1360 in Fabriken auftritt, wo Kiefern-Schleifholz gedämpft wird, kommt in Zellstoff-Fabriken nicht vor, weil der Grundstoff des Vanilin, das Coniferin, durch die hohe Koch-Temperatur und starke Lauge zerstört wird. Coniferin findet sich auch nur in den Bastzellen, welche bei der Verarbeitung des Holzes zu Zellstoff viel gründlicher abgeschält werden als bei Schleifstoff.

**516. Natron-Zellstoff aus Buchen- und anderem Laubholz.** In Mitteleuropa giebt es an vielen Orten grosse Buchenwälder, für deren Holz sich kein genügender Absatz findet, seitdem dasselbe als Brennholz beinahe überall durch Kohlen, Torf u. s. w. verdrängt ist. Man hat desshalb häufig versucht, Buchenholz mit dem Natronverfahren in Zellstoff umzuwandeln. Herr Max Dresel, Papierfabrikant in Dalbke bei Bielefeld, welcher zuerst in Deutschland Natron-Holzzellstoff erzeugte, hat, wie er 1890 in der Papier-Zeitung mittheilte, öfter Buchenholz verarbeitet und Papier daraus angefertigt, fand aber die Verarbeitung nicht vortheilhaft. Er stellte 1878 in Amsterdam derartige Proben aus. Das Holz setzte durch seine Härte der nöthigen Zerkleinerung grossen Widerstand entgegen, und beim Kochen entstanden Schwierigkeiten, welche wahrscheinlich durch die

engeren Zellen verursacht waren. Da es kein Harz enthält, so fehlte dieses als Brennstoff beim Kalziniren der gebrauchten und wiedergewonnenen Lauge. Der Stoff lässt sich leicht bleichen, das daraus angefertigte Papier hat aber keine grosse Festigkeit.

Nach einer Abhandlung von Professor Dr. C. Councler in Hann.-Münden, die 1889 in den Forstlichen Blättern erschien, enthält Buche 41 bis 52 pCt. Zellstoff, dessen Gewinnung aber durch grossen Gehalt an gummiartigen Stoffen erschwert wird. Er fand in 100 Theilen trockenem 1881er Rothbuchenholz vom

| 7. Mai | 9. Juni | 8. Juli | 8. Aug. | 21. Sept. | 2. Nov. | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 10,78 | 10,69 | 11,57 | 10,60 | 9,18 | 9,40 | Theile Holzgummi. |

Im Juli enthält das Holz auch ein Maximum, im November ein Minimum von Zellstoff.

In Europa kommen vielfach Birken und Aspen zwischen Kiefern und Fichten vor, und es hat sich bei deren Mitverarbeitung ergeben, dass sie in geringen Mengen dem Stoff nicht schaden. Ihre Fasern sind kürzer als die der Nadelhölzer und füllen in schwacher Beimischung wahrscheinlich die Poren des Papiers aus.

In den Vereinigten Staaten von Amerika wird in den Natron-Zellstoff-Fabriken meistens Pappelholz verarbeitet, welches weichen kurzen, gut bleichbaren Stoff liefert und die Baumwolle einigermaassen ersetzt. Zu manchen Papiersorten eignet es sich so gut, dass es neuerdings (1894) sogar von deutschen Papierfabriken bezogen wurde.

**517. Stoffergebniss und Kosten des Natron- und Sulfatverfahrens.** Die von verschiedenen Seiten gelieferten Zahlen über die Gewichtsmenge Zellstoff, welche sich aus einem Raum- oder Festmeter Holz bestimmter Art gewinnen lässt, weichen erheblich von einander ab. Wenn man auch das Holz, dessen Ausbeute angegeben ist, in den verschiedenen Fällen in gleicher Weise geschält hatte, und es in gleich trockenem Zustand gewogen war, so gehen die Ergebnisse doch weit auseinander, je nachdem es alt oder jung war und aus dem Kern, Stamm, Gipfel, den Zweigen oder Wurzeln des Baumes stammte. Ausserdem ergiebt dünnes, krummes und ästiges Holz viel Schälabfall, und es gelangt eine geringere Gewichtsmenge davon in die Kocher als von dicken geraden astfreien Stämmen. In folgenden, von Ernst Kirchner 1892 mitgetheilten Ergebnissen des Natron-Verfahrens sind solche Abweichungen bei Kiefer und Fichte angegeben:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Pinus sylvestris (Kiefer, Föhre) | junges und Zweigholz . . | 28 | pCt. | Ausbeute; |
| | altes Stammholz bis . . | 40 | „ | „ |
| Abies excelsa (Fichte) | junges u. Zweigholz | 34,5 | „ | „ |
| | altes Stammholz . | 43,5 | „ | „ |
| Abies pectinata (Edeltanne) Stammholz . . | | 38 | „ | „ |
| Larix europaea (Lärche) Stammholz . . . | | 35 | „ | „ |
| Betula alba (Birke) Stammholz . . . . | | 41,5 | „ | „ |
| Fagus sylvatica (Buche) Stammholz . . . | | 34,5 | „ | „ |
| Salix viminalis (Weide) Stammholz . . . | | 34 | „ | „ |
| Populus tremula (Pappel, Aspe) Stammholz | | 33 | „ | „ |
| Tilia parvifolia (Linde) Stammholz . . . | | 31 | „ | „ |
| Alnus glutinosa (Erle) Stammholz . . . | | 30,5 | „ | „ |
| Quercus sessiflora (Eiche) Stammholz . . . | | 28,7 | „ | „ |

Der Leiter der Zellstoff-Fabrik zu Stuppach bei Gloggnitz (vergl. Seite 1398), Herr C. Ziegelmeyer, fertigte 1890 anlässlich der forst- und landwirthschaftlichen Ausstellung zu Wien Zellstoff aus 16 verschiedenen Holzarten an und stellte das Ergebniss in folgender Tabelle zusammen.

| Post Nr. | Holzgattung<br>Lösungsmittel: Aetznatron. | 1 Raummeter frisch gefällt ergab; | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Gewicht mit Rinde | Verlust durch Schälen und Putzen | Verlust durch Trocknen bei 100° Cels. | Ausbeute an Cellulose trock. bei 100° Cels. | Verlust bei Gewinnung des Zellstoffs |
| | | Kilogramm | | | | |
| 1 | Fichte, *Pinus picea* . . . . . | 617,5 | 80 | 230 | 108,2 | 199,3 |
| 2 | Tanne, *Pinus abies* . . . . . | 757,5 | 203,5 | 293,6 | 96,25 | 164,15 |
| 3 | Weissföhre, *Pinus sylvestris* . . . . | 697,5 | 170 | 252,2 | 105,2 | 169,6 |
| 4 | Schwarzföhre, *Pinus austriaca* . . . | 707,5 | 147 | 285,6 | 86,89 | 188,01 |
| 5 | Lärche, *Pinus larix* . . . . . | 597,5 | 90 | 160,37 | 116,8 | 230,33 |
| 6 | Legföhre, *Pinus pumilio* . . . . . | 449,3 | 55,1 | 128,4 | 99,81 | 165,99 |
| 7 | Rothbuche, *Fagus sylvatica* . . . . | 865 | 70 | 327,54 | 139,8 | 327,66 |
| 8 | Weissbirke, *Betula alba* . . . . . | 623,5 | 111,5 | 215,04 | 85,6 | 211,44 |
| 9 | Aspe, *Populus tremula* . . . . . | 695 | 135 | 227,36 | 108,42 | 224,22 |
| 10 | Pappel, *Populus alba* . . . . . | 650 | 175 | 226,5 | 88,14 | 170,36 |
| 11 | Elsbeere, *Sorbus torminalis* . . . . | 756,5 | 166,5 | 224,2 | 103,96 | 261,84 |
| 12 | Vogelbeere, *Sorbus aucuparia* . . . . | 725,5 | 131,5 | 269,67 | 100,6 | 223,73 |
| 13 | Sahlweide, *Salix caprea* . . . . . | 572,5 | 80,5 | 241 | 85,7 | 165,3 |
| 14 | Bruchweide, *Salix fragilis* . . . . . | 583,5 | 111 | 181,4 | 104,8 | 186,3 |
| 15 | Esche, *Fraxinus excelsior* . . . . . | 593,5 | 91 | 100,1 | 103,95 | 298,45 |
| 16 | Erle, *Alnus glutinosa* . . . . . | 516,5 | 97,5 | 181 | 81,3 | 156,7 |

Die verarbeiteten Hölzer sind im Frühjahre in den eigenen Waldungen auf der Raxalpe in durchschnittlich 1000 m Seehöhe gefällt und einem 60- bis 80-jährigem Bestande entnommen. Die Prügel und Scheiter waren 12—26 cm stark. Ein Raummeter Holz (ohne Uebermaass) liefert 0,73—0,75 Festmeter, wobei unter einem Raummeter Holz soviele ein Meter lange Prügel oder Scheiter verstanden sind, als in einen Rahmen von 1 m Breite, 1 m Höhe gelegt werden können.

Nach Dr. Max Müller's vieljährigen Erfahrungen als Leiter der Papierstoff-Fabrik Altdamm bei Stettin erhält man aus:

1 Raummeter Kiefer oder Föhre *pinus sylvestris* ungebleichten lufttrockenen Zellstoff
beim Kochen mit Soda . . . . . 104,7 kg bis 108,5 kg
„ „ „ Sulfat . . . . 113,5 kg bis 120,4 kg
1 Raummeter Tanne *pinus abies* ungebleichten lufttrockenen Zellstoff
beim Kochen mit Soda . . . . . 94,5 kg bis 100,2 kg
„ „ „ Sulfat . . . . 107,3 kg bis 110,7 kg

Zur Kochung sind bei der nachfolgend angegebenen Kochlaugen-Zusammensetzung erforderlich auf:

1 Raummeter Holz beim Kochen mit Soda und 8 Atmosphären Ueberdruck . . . . . 82 kg $Na_2O$
1 Raummeter Holz beim Kochen mit Sulfatlauge und 7—8 Atmosphären Ueberdruck . . . . . 60 kg $Na_2O$
1 Liter der Sulfatlauge zeigte 169,6 Gesammt-Alkalinität (mit Normalsäure bestimmt) und enthielt

| | | |
|---|---|---|
| 11,13 g $Na_2CO_3$ (kohlens. Natron) | entsprechend | = 11,13 $Na_2CO_3$ |
| 92,4 g NaOH (Aetznatron) | „ | = 122,43 „ |
| 26,48 g $Na_2S$ (Schwefelnatrium) | „ | = 35,99 „ |
| | | 169,55 $Na_2CO_3$ = 99,1 g $Na_2O$. |

Von der hier angegebenen Menge $Na_2O$, d. h. von Soda und Sulfat, wird der grösste Theil durch Verdampfung zurückgewonnen, so dass man nur den Theil des Natrons $Na_2O$ zu ersetzen hat, welcher beim Kochen und Wiedergewinnen verloren geht. In gut eingerichteten Fabriken genügen hierzu 12 kg Ammoniak-Soda von 98 Prozent $Na_2CO_3$ oder dementsprechender Sulfatzusatz (etwa 15 kg $Na_2SO_4$) auf 100 kg ungebleichten Zellstoff.

Der Verbrauch an Steinkohlen für die Wiedergewinnung von Soda betrug für:

100 kg wiedergewonnene Schmelzsoda bei Flammofen-Verdampfung . . . . . 80—100 kg Steinkohle

100 kg wiedergewonnene Schmelzsoda bei Benutzung guter mehrfacher Verdampf-Einrichtungen 30— 40 kg Steinkohle.

oder dieser Menge entsprechende anderweitige Heizstoffe (Spähne usw.).

Durch Bleichen erleidet der Zellstoff folgenden Verlust an Stoffgewicht:

mit Soda hergestellter Zellstoff . . . . . 9—12 Prozent

„ Sulfat „ „ . . . . . 8—10 „

Chlorkalk-Verbrauch auf 100 kg ungebleichten Stoff:

bei Sodastoff . . . . . 14—18 kg Chlorkalk

„ Sulfatstoff. . . . . 10—15 „ „

Auf den Verbrauch an Chlorkalk sind der Ausfall der Kochung, die Art des Fabrikationswassers und die Art der Auswaschung des Zellstoffs von grossem Einfluss und lassen die grossen Schwankungen erklärlicher erscheinen.

Aus vorstehenden Zahlen geht hervor, dass Holz beim Kochen mit Sulfat mindestens 10 Prozent mehr Stoff ergiebt, dass man erheblich weniger Alkali und Chlorkalk braucht als bei Anwendung von Aetznatron allein. Hierzu kommt, dass der mit dem Sulfatverfahren hergestellte Stoff viel festere, also werthvollere Fasern hat. Man kann auch durch Anwendung von mehr oder weniger Sulfat innerhalb durch Erfahrung ermittelter Grenzen härteren oder weicheren Stoff herstellen. Alle diese Vortheile, in Verbindung mit der Ersparniss, welche man beim Ersatz von Soda durch das viel billigere Sulfat erzielt, haben bewirkt, dass beinahe alle Natronzellstoff-Fabriken damit arbeiten.

## SULFITZELLSTOFF.

**518. Geschichte.** Seit Erscheinen der ersten Ausgabe dieses Buches hat sich eine dort garnicht erwähnte Art der Erzeugung von Zellstoff verbreitet und derartig entwickelt, dass sie die erste Stelle in der Erzeugung von Papierstoff einnimmt, nämlich die Behandlung von Rohpflanzen und besonders von Holz mit schwefliger Säure. Die ersten Versuche der Anwendung dieser Säure zu solchen Zwecken wurden nach den dafür ertheilten Erfindungs-Patenten schon Mitte des neunzehnten Jahrhunderts gemacht, aber jedenfalls vergeblich, da sie zu keiner dauernden Fabrikation führten. Der Engländer Peter Claussen erhielt am 3. Juni 1851 ein amerikanisches Patent, nach dessen Beschreibung Stroh mit Alkali getränkt und der Einwirkung von schwefliger Säure oder der Gase ausgesetzt wird, welche sich bei langsamer Verbrennung von Schwefel bilden.

Der französische Papierfabrikant Lioud in Bourg-Argental nahm in Frankreich Patent Nr. 116 996 vom 12. Februar 1877, wonach schweflige Säure allein oder in Verbindung mit einer Base auf Holz oder andere Pflanzenfasern wirken und dieselben von Inkrusten befreien soll.

Viel wichtiger als diese und andere Patentschriften sind jedoch die des Chemikers B. C. Tilghman aus Philadelphia, weil darin das Verfahren der jetzigen Fabrikation in der Hauptsache schon beschrieben ist. Er erhielt ein britisches Patent Nr. 2924 im Jahre 1866 und auch ein preussisches vom 31. März 1867. Nach demselben wird Holz, Stroh, Esparto u.s.w. in geschlossenem Gefäss mit in Wasser gelöster schwefliger Säure behandelt. Der Kessel wird nach Bedarf geheizt, und die Säure darf erst entweichen, wenn sie ihre Wirkung auf die Fasern geübt hat. Zur Säure soll auch einfach oder doppeltschwefligsaurer Kalk gefügt werden, wodurch die Faser hellere Farbe annimmt und sich leichter bleichen lässt. Als neu beanspruchte Tilghman die Anwendung von schwefliger Säure allein oder mit einem Alkalisalz gemischt.

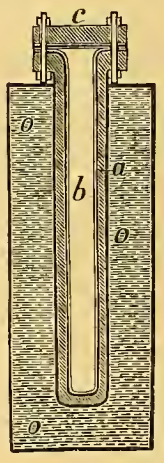


Fig. 1363.

Herr Martin Schindler aus Zürich hatte, wie er in Nr. 51 der Papier-Zeitung von 1884 mittheilte, in Philadelphia die Bekanntschaft des Herrn Richard Tilghman, Bruders des Patentinhabers Benjamin Tilghman, gemacht und von ihm Näheres über die von beiden Brüdern in den Jahren 1866 bis 1869 gemachten Versuche erfahren. Dieselben wurden während eines ganzen Jahres von den Brüdern Tilghman fortgesetzt, die sich dabei der in Fig. 1363 dargestellten Einrichtung bedienten. *a* schmiedeisernes Rohr mit innerem Bleirohr *b*, *c* aufgeschraubter Deckel mit Blei-Unterlage, *o* Oelbad, in welches das vorher gefüllte Versuchsrohr gesetzt und dessen Temperatur während des Erhitzens sorgfältig geregelt wurde. Das Rohr war mit Manometer und Ablasshahn versehen.

Statt verbleiter Eisenröhren wurden auch Röhren aus Kupfer und anderen Metallen versucht und fanden sich 1884 noch im Laboratorium der Brüder Tilghman.

Herr Schindler beschreibt die Versuche mit folgenden Worten:

Wässrige schweflige Säure allein oder in Verbindung mit Sulfiten aller häufiger vorkommenden Alkalien wurde zu den Versuchen benutzt. Die Kochzeit, Stärke der Lösungen, Temperatur und Druck wurden bei jedem Versuche abgeändert, bis endlich günstige Resultate erreicht waren. Holz wie Rothtanne (spruce), Schierling (hemlock), Pappel (poplar), Weide (willow), u.s.w., und auch Stroh wurden, in $^1/_2$ Zoll lange Stücke zerhackt, verwendet.

Die günstigen Resultate der Laboratoriums-Versuche veranlassten die beiden Herren, das Verfahren in fabriksmässigem Maassstabe auszuführen. Die nachstehend angeführten Apparate wurden in der Papierfabrik des Herrn W. Harding in Manayunk bei Philadelphia aufgestellt.

Zur Bereitung der schwefligen Säure wurde ein Ofen, System Harrison Blair, von Kearsley in Lancashire gebaut und daran ein automatischer Speiseapparat angebracht. Der Ofen soll sehr gut gearbeitet haben, und namentlich soll jede Sublimation von Schwefel durch spezielle Einrichtung des Herrn R. A. Tilghman vermieden worden sein. Eine 6 zöllige Röhre führte das schwefligsaure Gas in die Kühlgefässe und weiter zu den Thürmen. Letztere hatten einen Durchmesser von 5 Fuss. Das Gas wurde unten in den Thurm eingeführt, währenddessen Wasser von oben herunterträufelte. Ausserdem wurden Apparate zur Benutzung der vom Kaustiziren der Soda stammenden Kalk-Rückstände konstruirt. Der schlammartige kohlensaure Kalk wurde in Kufen mit Wasser zusammengebracht und durch ein Rührwerk in Suspension erhalten. Die schweflige Säure trat am Boden der Kufe in die Flüssigkeit und bildete unter Austreiben der Kohlensäure schwefligsauren Kalk.

Der von den Herren Tilghman konstruirte Kocher existirte noch vor wenigen Monaten, er war 50 Fuss lang und 3 Fuss im Durchmesser; der liegende Cylinder war auf Rollen drehbar. Die erste Auskleidung bestand aus $^1/_4$ Zoll dicken Bleiplatten. Dieser einfache Kocher genügte den Herren nicht. Leider waren sie aber keine Zellstoff-Techniker, sondern nur tüchtige Chemiker. Der Kocher sollte nämlich zum ununterbrochenen Betrieb eingerichtet werden, d. h. unter dem Druck mit dem der Kocher arbeitete, sollte der gekochte Zellstoff entleert und frisches Holz nachgefüllt werden. Sehr überdachte aber ebenso komplizirte Apparate, bestehend aus Kammern in denen sich Spiralen und Kolben zur Bewegung der Masse befanden, wurden zu beiden Enden des Kochers angebracht. Dass es äusserst schwierig war, die Kammern bei 80 Pfund (5 Atmosphären) Druck dicht zu halten, versteht sich von selbst. Die Innenseite der Bleiauskleidung wurde behufs selbständiger Entleerung der Füllung mit einer durch die ganze Länge des Kochers gehenden spiralförmig aufgebrachten Bleiplatte versehen. Bei der Drehung des Kochers sollte der Stoff, der Spirale folgend, nach dem Entleerapparat an dem einen Kocher-Ende gebracht werden. Die Herstellung dieses komplizirten Kochers verursachte grosse Opfer an Zeit und Geld von Seiten der Herren Tilghman. Nur kurze Zeit war der Kocher im Betriebe, als grosse Schwierigkeiten mit der Bleiauskleidung entstanden. Die Dichtung der seitlichen Apparate gab wohl viel zu schaffen, hielt sich aber verhältnissmässig ordentlich. Nahe an 30000 Dollars hatten die bisherigen Versuche aufgezehrt, doch wurde die neue Auslage einer Bleiauskleidung aus viel stärkeren Blei- und Antimon-Platten gewagt. Regelmässiges Arbeiten war selbst jetzt noch nicht möglich; die Bleiauskleidung ging ganz leidlich, aber die Entleer- und Füllapparate und die immer reparaturbedürftigen Dichtungen machten viele Schwierigkeiten.

Was ein Fachmann von vornherein eingesehen, wurde nun endlich den rastlos arbeitenden Herren klar, nämlich, dass ein kontinuirlicher Betrieb zu endlosen Schwierigkeiten führen musste.

Mit Energie wurden Pläne für einen neuen Kocher ausgeführt. Es war ein ganz einfacher mit Blei ausgefütterter Kugelkocher, der gewiss zur Lösung der Aufgabe geführt hätte, wenn nicht plötzlich neue Wolken am Horizonte sich gezeigt hätten. Mit einem Male verringerten sich die Preise der Soda so bedeutend, und die Apparate zur Wiedergewinnung wurden so verbessert, dass die Hoffnung, einen billigeren Zellstoff als den Sodazellstoff darzustellen, unter damaligen Umständen selbst den rastlosen Brüdern Tilghman schwinden musste. Die bedeutende Erfindung der Sandgebläse fiel gerade in jene Zeit, die den Erfinder, Herrn B. Tilghman, gleich anfangs zu grossen Erwartungen berechtigte. So kam es, dass dem schon gekeimten Pflänzchen der Sulfitstoff-Industrie alle weitere Pflege entzogen wurde.

Herr Schindler sandte mit obiger Darstellung eine Probe weissen Sulfit-Zellstoffs, welcher von jenen Versuchen stammte und als gut bezeichnet werden kann.

Der Verfasser war vom Frühjahr 1867 bis Ende 1871 Direktor der Papierfabrik, welche den Eigenthümern der bedeutendsten in Philadelphia erscheinenden

Zeitung, des »*Public Ledger*,« gehörte, kam als solcher auch häufig nach der Vorstadt Manayunk und in die dortige, dem Besitzer der Zeitung »*The Enquirer*«, Herrn W. Harding, gehörige Papierfabrik. In den Jahren 1867 bis 1869 war ein Theil der Fabrik abgesperrt, und es wurde erzählt, dass ein Chemiker aus Philadelphia auf eigene Kosten grosse Apparate dort aufgestellt habe und Versuche zur Herstellung von Zellstoff nach neuem Verfahren mache. Die Sache wurde jedoch ganz geheim gehalten, und man erfuhr später nur, dass die Versuche aufgegeben waren.

In der Harding'schen Papier-Fabrik wurde damals in drei senkrechten Kochern abwechselnd Holz und Stroh mit Natron nach Dixon'schem Verfahren gekocht, und der zum Kaustiziren der wiedergewonnenen Soda benutzte, oben erwähnte Kalkschlamm entstammte dieser älteren Fabrikation. Wenn auch die Brüder Tilghman auf dem richtigen Wege zur Herstellung von Sulfitzellstoff waren, so haben sie denselben verlassen, ohne ein brauchbares Verfahren zu schaffen.

Es scheint, dass brauchbare Verfahren später ungefähr zu gleicher Zeit von mehreren Erfindern ausgearbeitet wurden.

Carl Daniel Ekman wies in Nrn. 69 und 73 der Papier-Zeitung von 1894 nach, dass er schon 1872 Proben und 1874 grössere Mengen von Sulfitstoff regelmässig in der Fabrik von Bergvik in Schweden erzeugte. Er behandelte damals das zerkleinerte Holz in 8 kleinen gemantelten senkrechten Kochern mit innerer Bleiauskleidung, die auch jetzt (1894) noch dieselben Dienste leisten sollen. Die aus jener Zeit stammenden, aus seinem Stoff hergestellten Papiere zeigen, dass er damals schon sehr Vollkommenes leistete. Seine Lauge bestand aus zweifach schwefligsaurer Magnesia und wurde von dem im Mantel befindlichen Dampf erhitzt. Später errichtete er eine grössere Fabrik dieser Art in Northfleet, England, die er (1895) noch leitet. Sein ältestes Patent ist das englische vom 13. Juli 1881, und diese späte Patentanmeldung beweist, dass er sein Verfahren geheim betrieb. Die Industrie hatte desshalb von seiner Erfinder-Thätigkeit wenig Nutzen und zog auch das billigere Kalk-Sulfitverfahren dem seinigen vor.

Professor Dr. Alexander Mitscherlich, Sohn des berühmten Chemikers gleichen Namens, führte das nach ihm benannte Verfahren ein und machte in Nr. 56 der Papier-Zeitung von 1893 Mittheilungen über die Geschichte seiner Erfindung, denen folgende Sätze entnommen sind:

Es ist wahrscheinlich, dass eine grosse Anzahl von Chemikern sich seit langer Zeit mit der Frage der Herstellung von Zellstoff aus Holz beschäftigt hat, wenigstens wurden mir im Jahre 1874/75 von missglückten Versuchen, freilich ohne Angaben über dieselben, allseitig Nachrichten zugebracht, und ich wurde von mehreren wohlmeinenden Freunden auf das Dringlichste gewarnt, solcher Erfindung irgendwelche Geldopfer zu bringen.

Durch meine Stellung als Professor an der Forstakademie zu Münden war ich veranlasst, die chemischen Prozesse, welche die Verarbeitung des Holzes zum Gegenstand haben, näher zu verfolgen. Eine weitere Veranlassung hierzu gab mir der Besuch meines ältesten Bruders im Frühjahr 1872, welcher mir von einem von ihm beabsichtigten Bau einer Zellstoff-Fabrik (Natronverfahren) Mittheilung machte. Ich studirte infolgedessen dieses Verfahren im Laboratorium experimentell und wurde veranlasst, nach einem neuen Verfahren zu suchen, weil es meiner Ueberzeugung nach an billigem und gutem Ersatzstoff für die Hadern fehlte, und Natronzellstoff nicht imstande war, die Lücke auszufüllen, auch weil ich die Beobachtung machte, dass bei der Herstellung von Zellstoff durch das Natronverfahren eine Zerstörung der Fasern durch die heisse Lauge hervorgebracht wird. Anderseits erschien mir die technische Ausnutznng dieses Verfahrens durch die kolossalen Dampfspannungen und hohen Temperaturen der Kochungen ausserordentlich erschwert, und der Herstellungspreis des Natron-Zellstoffes sehr hoch.

Durch Versuche, die ich infolgedessen in kleinem Maassstabe anstellte, fand ich mehrere technisch bis dahin nicht ausgenutzte Verfahren, durch welche Zellstoff aus Holz hergestellt werden konnte. Von diesen stellte sich durch weitere Untersuchungen als das billigste und den Zellstoff sehr wenig zerstörende Verfahren das der Zersetzung mit Lösung von schwefligsaurem Kalk heraus. Die letztere erhielt ich anfangs durch Zusatz von stärkeren Säuren zu schwefligsaurem Kalk und später durch Lösung von kohlensaurem oder gebranntem Kalk in schwefliger Säure. Diesem Verfahren des Aufschliessens des Holzes gab ich insbesondere deswegen den Vorzug, weil ich durch dasselbe ausser dem Zellstoff einen künstlichen Gerbstoff, meiner damaligen Meinung nach einen noch werthvolleren Stoff als den Zellstoff, in grossen Mengen herstellte, der bei der Gerberei sofort zu gutem Preise verwerthet werden konnte. Die langdauernden Gerbversuche führten jedoch später zu der Erkenntniss, dass sich bei dem gewonnenen Leder damals einige Fehler nicht beseitigen liessen, die dasselbe unbrauchbar machten. (Diese Fehler sind neuerdings von mir beseitigt.) Ich warf mich desshalb, sobald ich dies erkannt hatte, fast ausschliesslich auf die Ausbeutung meines Verfahrens zur Herstellung von Zellstoff.

Die Versuche, welche anfangs und später häufig mit grossen Misserfolgen ausgeführt wurden, machte ich zu allererst in zugeschmolzenen Glasröhren in einem Metallbade in kleinstem Maassstabe. Als diese gelangen, setzte ich sie fort in grössern gläsernen Flaschen mit weitem Hals, welche durch einen Kautschukstopfen verschlossen, mit Thermometer und Manometer versehen waren und auf einem Sandbade erhitzt wurden. Als sich auch hier guter Erfolg zeigte, machte ich in weiten Kupferröhren die entsprechenden Versuche. Nach dem Gelingen auch dieser und nachdem das Verfahren auf Zeitdauer, Temperatur, Druck und Materialien-Mengen untersucht und festgestellt war, trat ich mit meinem Bruder Dr. Richard Mitscherlich in Darmstadt zur Ausnutzung des Verfahrens in Verbindung, und wurden Verabredungen am 11. April 1874 dergestalt getroffen, dass ohne kontraktlich von mir erlaubte Ausbeutung Herr Dr. R. Mitscherlich das Verfahren nicht benutzen durfte. Ein weiterer diesbezüglicher Vertrag wurde kurz darauf abgeschlossen und sofort zur Einrichtung einer kleinen Anlage in Darmstadt geschritten.

Patente wurden von meinem Bruder nachgesucht.

Am 5. Juni 1874 schrieb Dr. Rich. Mitscherlich an mich: »Die Vorbereitungen zum Betriebe in grösserm Maassstabe haben wir jetzt hier soweit vorbereitet, dass, wenn ich Deine Resultate über den besten Anstrich des Eisens und die nähere Beschreibung des Verfahrens erhalten habe, wir in acht Tagen die Kochung vornehmen können. Auch die Pressen und alles Sonstige soll bis dahin in der Reihe sein.« Die erste Kochung fand nun am 29. Juni 1874 unter meiner persönlichen Aufsicht statt. Am 5. Juli schrieb Dr. Rich. Mitscherlich an mich: »Ich hoffte Dir von den weitern Versuchen melden zu können, doch habe ich bis jetzt trotz meines immerwährenden Drängens noch keine weitern Kochungen vornehmen können.« Es folgten dann einige weitere Kochungen.

Da mich mein Beruf und meine wissenschaftlichen Arbeiten zu sehr in Anspruch nahmen, so kochte Dr. R. Mitscherlich ohne meine persönliche Anwesenheit einige Zeit darauf in der Fabrik des Herrn Keferstein in Sinsleben bei Ermsleben Holz, und zwar Aspenholz, nach meinem Verfahren. Nach den Angaben des Herrn Keferstein in einem Briefe vom 5. Juni 1893 wurden die ersten Kochungen bei ihm im Spätsommer oder Herbst 1874 gemacht. Herr Keferstein schickte mir im Dezember 1874 Papier, welches nur aus Sulfitzellstoff auf der Papiermaschine hergestellt war. Verschiedene Proben des Fabrikates wurden von Herrn Keferstein nach Cröllwitz und Hainsberg geschickt. Das erste Papier aus durch doppeltschwefligsauren Kalk aufgeschlossenem Holz wurde also vor oder im Dezember 1874 im Grossen dargestellt.

Bald darauf übernahm ich die Ausnutzung des Verfahrens wieder selbst und trat mit einem Herrn Rissmüller in Hann. Münden in Verbindung, in dessen Fabrik und unter dessen Firma der Sulfitzellstoff anfangs hergestellt und verkauft wurde. Von gewinnbringender Herstellung war ich aber leider noch sehr weit entfernt, und es bedurfte erst eines Kapitalverlustes von 60 000 M., um die Fabrikation mit grossem Vortheil betreiben zu können. Einen Theil dieser Geldmittel wurde mir zu bestreiten möglich durch den Verkauf von doppeltschwefligsaurem Kalk für Desinfektionszwecke, welchen ich als Nebenprodukt erhielt.

Zur gewinnbringenden Herstellung und genauen technischen Durcharbeitung für den Grossbetrieb wurde zuerst ein ungefähr $^1/_2$ cbm grosser, mit gezogenen Kupferröhren versehener und mit Kupfer ausgekleideter eiserner Kessel benutzt. Diese Versuche bewährten sich wegen starker Verunreinigung des Zellstoffes und starken Abbrauchs des Kupfers nicht. Dann wurde der eiserne Kessel mit Blei ausgekleidet und mit Bleiröhren geheizt. Der schnelle Abbrauch des Bleies und die veränderte Form, welche die Bleiauskleidung bald annahm, veranlasste mich, auch diese Art zu verlassen. Ich bedeckte nun das Blei mit Mauerwerk und wandte für die Heizröhren bestimmte Bleilegirungen an. Auch das gewöhnliche Mauerwerk zeigte sich unbrauch-

bar, und ich fand zuletzt die von mir später angegebene Ausmauerung. Diese Auskleidung der Kocher hat sich, wenn sie vorschriftsmässig ausgeführt war, zwölf Jahre lang ziemlich unverändert ohne grössere Reparaturen gehalten.

Nach diesen Versuchen wurde eine kleine Fabrikanlage mit einem liegenden Kessel von etwa 9 cbm Inhalt eingerichtet. Die Kochungen wurden unter verschiedenen Verhältnissen untersucht; es wurde bei höheren Temperaturen schnell gekocht, bei niederen sehr langsam; bei Ueberschuss des Aufschlussmaterials und bei Mangel desselben; bei starkem Ueberschuss von schwefliger Säure und bei möglichst geringer Menge derselben und bei verschiedener Zerkleinerung des Holzes. Ferner wurde die durch die Erwärmung entstandene Strömung der Flüssigkeit untersucht. Von einer direkten Dampfheizung wurde wegen vieler entstehender Nachtheile sofort Abstand genommen. Die verschiedenen Rohstoffe (Holz, Kalk, Schwefel, Schwefelkies) wurden untersucht. Viele vergebliche Versuche wurden gemacht, bis zuletzt die Fabrikation stets regelmässig und gut verlief. Ein grösserer stehender Kocher wurde errichtet. Dieser Zellstoff fand zu sehr hohen Preisen Absatz, er wurde bis zu 42 M. die 100 Kilo bezahlt. Die Kochungen wurden nun in grösserem Maassstabe fortgesetzt und allmälig weiter vervollkommnet, bis sich aus diesen Versuchen das Verfahren herausbildete, wie es jetzt noch nach 14 Jahren im wesentlichen unverändert benutzt wird. Nur eine anfangs unbegreifliche Störung trat mitten im guten Betriebe ein, welche hervorgerufen wurde durch mehrere Wochen andauernde stets vollkommen misslungene Kochungen. Die ganze Fabrikation schien in Frage gestellt; Verluste auf Verluste häuften sich. Mehrere Tausend Mark waren verloren, als ich erkannte, dass die verfehlten Kochungen allein durch Verwendung eines neuen, für diesen Zweck nicht geeigneten Rohstoffes veranlasst waren.

Wohl ebenso grosse Schwierigkeiten wie das Kochen machte die gute, vornehmlich die billige Herstellung der Kochlauge, also des Aufschlussmittels des Holzes, nämlich des doppeltschwefligsauren Kalkes, und die zweckmässige Verarbeitung des gekochten Holzes, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil beide Prozesse in kleinem Maassstabe nicht soweit ausgebildet werden konnten, um sofort Versuche im Grossen mit gutem Erfolge machen zu können.

Zur Herstellung der Kochlauge im Grossen wurde in den Jahren 1874 und 1875 schwefligsaurer Kalk benutzt. Derselbe wurde in einem horizontalen Tonnensystem, in welches auf der einen Seite Aetzkalk zeitweilig geschüttet und auf der andern Seite schweflige Säure geleitet wurde, unter fortwährender Bewegung des Inhalts durch rotirende Besen hergestellt. Die hierfür erforderliche schweflige Säure wurde durch Verbrennen von Schwefel erzeugt. Dieser schwefligsaure Kalk wurde in Wasser suspendirt und aus einem Theil desselben mittels Zusatzes von Salzsäure schweflige Säure abgeschieden, welche wieder schwefligsauren Kalk löste und hierdurch ein für den Aufschluss geeignetes Material gab. Die weiteren Erfahrungen ergaben, dass diese Flüssigkeit stets einen ungleichen Gehalt an schwefligsaurem Kalk hatte, infolgedessen keinen sicheren, guten Erfolg gewährleistete.

Weitere Versuche ergaben zuletzt als billigstes und bestes Verfahren die Erzeugung von doppeltschwefligsauerm Kalk im Thurm in der Weise, wie das Verfahren jetzt üblich ist. Wurden konzentrirtere Lösungen beabsichtigt, so wurde die aus den Kochern durch Abkochen gewonnene schweflige Säure ausser in den Thurm auch in Behälter mit angerührtem gebranntem Kalk aus feinen Oeffnungen so geleitet, dass gute Bewegung in der Flüssigkeit hervorgebracht wurde.

Da die durch die Kochung gewonnene Faser zunächst sehr schwach ist, wurden, um sie möglichst zu schonen, zur Sortirung, Waschung und Zerfaserung des Stoffes Apparate konstruirt, welche eine Zerreissung derselben möglichst vermeiden, ja sogar jede heftige Bewegung möglichst ausschliessen. Die Apparate mussten zugleich die in der Masse vorhandenen Aeste, welche durch die Kochung nur wenig angegriffen sind, mit Körnchen von Gips und etwa vorhandenem schwefligsaurem Kalk abscheiden. Als dies durch meine Einrichtungen erreicht war, und die Fabrikation sich zu einem regelrechten ordentlichen Betriebe gestaltet hatte, stellten sich bei der Fabrikanlage neue unerwartete Schwierigkeiten ein.

In meiner Stellung als Professor hatte mir der Kurator der Forstakademie, Herr von Hagen, im Jahre 1877 die Genehmigung ertheilt, die Firma für die Zellstofffabrik unter meinem Namen eintragen zu lassen. Die Fabrikation ging, ohne dass ich in meinem Berufe gestört wurde, von statten. Nach dem Tode dieses Herrn trat das landwirthschaftliche Ministerium sowohl, wie die Forstbehörde aus der duldenden Stellung heraus. Die Forstbehörde verlangte Entschädigung für nach ihrer Behauptung von der Zellstofffabrik im Walde gemachte Beschädigungen; die Stadt verlangte Konzessions-Nachsuchung mit der Drohung der Betriebs-Einstellung, und die Kgl. Eisenbahn-Direktion machte Schwierigkeiten. Alles dies war wesentlich veranlasst durch das Unglück, dass die Zellstofffabrik hart neben eine Düngerfabrik gebaut war, und dass die von der Düngerfabrik verursachten Beschädigungen auf Rechnung der Zellstofffabrik geschoben wurden. Es gab jahrelange Kämpfe, die den ganzen Betrieb der Fabrik gefährdeten.

Weiter kam noch hinzu, dass infolge einseitiger Berichte der Minister, Herr von Lucius, veranlasst wurde, mir zu erklären, ich müsste die Fabrik verkaufen, der Besitz der Fabrik vertrage sich nicht mit meiner Stellung. Dies geschah meinerseits nicht; ich wies darauf hin, dass ich selbst mit der Fabrikation nichts zu thun habe, dass ein grosser Theil der preussischen Beamten Grundbesitzer sind (der Minister selbst war in dieser Lage), und dass daher auch von mir eine Entäusserung nicht verlangt werden könne, besonders da von dem Kurator der Akademie, Herrn von Hagen, mir die ausdrückliche Genehmigung gegeben sei. Alles war umsonst; die Antwort auf meine Ausführungen war, innerhalb eines bestimmten Termins müsste die Fabrik verkauft werden. Durch das Bekanntwerden meines Verfahrens war es mir inzwischen nicht mehr möglich, dasselbe nach meiner ursprünglichen Absicht allein auszubeuten, besonders, weil mir von einer Seite mit dem zwangsweisen Verkauf durch das Patentamt gedroht wurde, wenn ich einen Verkauf des Verfahrens nicht abschliessen wolle. Nun erfolgte die Errichtung einer neuen Fabrik nach der andern nach meinem Verfahren, und kurz nach der erwähnten Verfügung des Herrn Ministers stellten sich auch Käufer für meine Fabrik ein. Ich schloss den Verkauf ab, kündigte aber infolge des Vorgehens des Herrn Ministers gleichzeitig meine Stellung. Die weiteren Leiden, welche die Bekämpfung meines Fabrikates, als es in grossen Massen auf den Markt kam, mir verursacht hat, sind genügend bekannt; es ist auch bekannt, wie der Zellstoff trotz der erbittertsten Anfechtungen sich Bahn gebrochen hat.

Mitscherlich hatte schon im Juni 1874 ein luxemburgisches Patent auf sein Verfahren erhalten und um diese Zeit auch Sulfitstoff wenigstens probeweise hergestellt; ob derselbe schon so gut wie der von Ekman fabrizirte war, erscheint zweifelhaft. Am 5. Februar 1875 erhielt er ein sächsisches Patent auf die Erzeugung von Gerbstoff, welches er am 22. Januar 1878 in das deutsche Reichspatent Nr. 4178 umwandelte. Vom gleichen Tage ist das Zusatz-Patent Nr. 4179 datirt, in welchem die Gewinnung von Zellstoff als Nebenerzeugniss geschützt war. Dasselbe hat folgenden Wortlaut:

Das Verfahren besteht im wesentlichen in der Einwirkung des sogen. doppeltschwefligsauren Kalkes (schwefligsaurer Kalk gelöst in wässriger Lösung von schwefliger Säure) auf vorher gedämpfte Pflanzentheile bez. auf gedämpftes Holz, welches vorher zerkleinert ist, bei über dem Siedepunkt des Wassers liegenden Temperaturen. Ich gebe hier nur im Nachfolgenden die Beschreibung des Verfahrens bei Verwendung von Holz; dasselbe bei Verwendung von anderen Pflanzentheilen ergiebt sich aus der nachfolgenden Beschreibung von selbst.

Die betreffende wässrige Lösung des doppeltschwefligsauren Kalkes wird auf die Weise hergestellt, dass über nicht zu kleine Stücke von kohlensauerm Kalk, welcher sich in einem Thurme befindet, gleichzeitig und zwar von oben Wasser und von unten ein Strom schwefliger Säure geleitet wird. Diese schweflige Säure wird theils durch Verbrennen von Schwefel oder Schwefelmetallen bereitet, theils resultirt sie beim Abkochen der, wie unten beschrieben, gewonnenen Fabrikationsflüssigkeit.

Auf ähnliche Weise lassen sich leicht andere schwefligsaure Salze, wie schwefligsaures Natron u.s.w., mit sehr geringen Kosten herstellen, welche unter Umständen auch tür diesen Prozess verwerthet werden können.

Das entrindete, nur wenig mit der Säge zerschnittene, von den Aesten nicht nothwendig befreite Holz kommt in einen im Innern mit Steinen, Cement und Blei vollständig ausgekleideten eisernen Kessel, welcher mit Heizröhren, sowie mit den nebensächlichen Vorrichtungen zum Ab- und Zulassen der Flüssigkeiten und des Dampfes u.s.w. versehen ist, wird dann nach erfolgtem Abschlusse des Kessels mit Wasserdampf gedämpft und mit der hinzugelassenen Lösung des genannten Kalksalzes je nach der Zerkleinerung des Holzes während längerer oder kürzerer Zeit, in der Regel über acht Stunden lang, über 108° erhitzt. Bei dieser Einwirkung lösen sich die den Zellstoff umgebenden und durchdringenden Bestandtheile des Holzes auf, während ersterer als weiche Masse in der Flüssigkeit zurückbleibt. Der Inhalt des Kessels wird nun zum Sieden und zwar so lange erhitzt, als die Dämpfe, welche in den oben gedachten Thurm mit den Kalkstücken geleitet werden, noch stärker nach schwefliger Säure riechen. Statt die schweflige Säure in den Thurm zu leiten, lässt man sie auch in einen Kasten, welcher Wasser und aufgerührten reinen gelöschten Kalk enthält, hineingehen. Hierdurch wird eine reine konzentrirte Lösung von doppeltschwefligsauerm Kalk erzeugt, welche beim Gährungsprozess zur Verhinderung der Essigsäurebildung und fäulnisswidriger Körper eine stets zunehmende Verwendung findet. Wird statt des gebrannten Kalkes kohlensaures Natron u.s.w. in den angegebenen Kasten gebracht, so werden hierdurch leicht die verschiedenen schwefligsauren Salze dargestellt.

Die von dem Zellstoffe darauf abgeschiedene Flüssigkeit, welche neben Kalksalzen (Gyps u.s.w.) Gerbsäure, Gummi, Essigsäure und ein wenig zurückgebliebene schweflige Säure enthält, wird in der Hauptsache bis jetzt nutzbar gemacht

a) als Material zur Gerbung von Häuten;
b) zur Herstellung von Gummi und
c) zur Gewinnung von Essig.

Zu a. Aus der betreffenden Flüssigkeit wird der Kalk am einfachsten durch Schwefelsäure abgeschieden.

Die Flüssigkeit kann dann unmittelbar oder auch, wenn sie verschickt werden soll, nach erfolgter Konzentration und nach der nöthigen Verdünnung zum Gerben der Häute benutzt werden. Die anderen noch in der Flüssigkeit enthaltenen Stoffe sind in der Regel ohne jeden schädlichen Einfluss auf die Gerbung. Auch kann die Gerbsäure durch Kalkmilch aus der Lösung gefällt und aus dem getrockneten Niederschlage nach längerer Zeit wieder durch Säure abgeschieden werden. Ich habe beobachtet, dass die geringe Menge der in der Flüssigkeit befindlichen schwefligen Säure durch ein Aufschwellen der Häute während des Gerbprozesses denselben beschleunigt und die Haltbarkeit der in der Lösung befindlichen Stoffe vergrössert. Dabei zeigen die Gerbstoffe in der zuerst gewonnenen Lösung die Eigenthümlichkeiten der Gerbstoffe von der zu dem Holze gehörenden Rinde; z. B. ändert die aus Fichtenholz bereitete Lösung die Naturfarbe der Haut ebenso wie die der Rinde wenig ab. Jedoch wird durch die zuletzt angegebene Operation unter Umständen die färbende Wirkung der Gerbsäure verändert.

Zu b. Behufs der Herstellung von Klebestoffen wird in der Regel die Lösung nur allein eingedampft und der auskrystallisirte Gyps durch Abgiessen von der Flüssigkeit getrennt. Der etwas braun gefärbte, an der Luft stark Feuchtigkeit anziehende Rückstand vertritt in manchen Fällen das gewöhnliche Gummi arabicum. Die zur Trockenheit eingedampfte, sowie die konzentrirte Lösung des Gummis hält sich Jahre lang unverändert, keine Spur von Sauerwerden oder von einer Schimmelbildung tritt bei demselben ein. Für einige Verwendungen ist es zweckmässig, den Kalk aus der Lösung durch Schwefelsäure u.s.w. zu fällen und die abgeschiedene schweflige Säure abzukochen, oder auch statt der letzteren Operation die schweflige Säure durch Zusatz von chlorsaurem Kali in Schwefelsäure zu verwandeln. Auch ist es für manche Zwecke erforderlich, bevor das Gummi verwendet wird, erst die Gerbsäure aus der Lösung zu entfernen.

Zu c. Die Essigsäure erhält man durch Verdichtung der bei der Konzentration der Flüssigkeit entstehenden Dämpfe.

Aus einem Theil der gewonnenen Lösung kann durch Gährung Alkohol dargestellt werden.

Der unlösliche Rückstand im Kessel ist Cellulose mit Asttheilen des Holzes, welch letztere ihrer dichten Beschaffenheit wegen nicht wesentlich im Kessel verändert werden, und leicht mechanisch mit der Rinde ausgeschieden werden können. Die ganz oder fast weisse Cellulose erhält man durch obigen Prozess in einer viel grösseren Menge, als sie bisher im Holz angenommen wurde, z. B. von lufttrockenem Fichtenholz über 66 pCt. lufttrockene Cellulose. Sie eignet sich direkt oder nach vorheriger Bleichung (mit Chlorkalk) zur Papierfabrikation und unter Umständen selbst zur Herstellung von Geweben.

Vortheile des Verfahrens gegenüber bekannten Verfahren sind:

Die Lösung erfordert bei ihrer Wirkung auf das Holz eine geringe Zerkleinerung desselben, eine so niedere Temperatur und einen so geringen Druck, dass der Kessel infolge der Umkleidung so gut wie garnicht leidet, und Gefahr einer Explosion nicht vorhanden ist. Der Dämpfprozess unterstützt die folgende Reaktion des doppeltschwefligsauren Kalkes wesentlich. Infolgedessen genügt eine einmalige Behandlung des Holzes mit der Lösung. Die Ausbeute an Cellulose ist sehr gross.

Patent Ansprüche:

1. Die Bereitung von Gerbstoff, Klebestoffen und gährbarer Flüssigkeit durch Behandlung der Holzes mit der Lösung des betreffenden Kalksalzes bei einer Temperatur von über 108°, sowie die gleichzeitige Gewinnung der Cellulose und der Essigsäure als Nebenprodukte bei diesem Vorgange.
2. Die Bereitung der Lösung des sogenannten doppeltschwefligsauren Kalkes unter Wiederbenutzung der ausgetriebenen schwefligen Säure.
3. Die unmittelbare Verwendung der schweflige Säure enthaltenden Flüssigkeit oder der abgedampften Masse oder des zerlegten gerbsauren Kalkes als Gerbematerial. Dabei wird Werth gelegt auf die angeführte vortheilhafte Wirkung der schwefligen Säure.

Nach Ablauf des 15jährigen Schutzes musste am 5. Februar 1890 das Hauptpatent und mit ihm das Zusatzpatent gelöscht werden. Infolge einer Klage auf Nichtigkeit hatte das Reichsgericht schon am 28. Oktober 1884 auf Grund der Tilghman'schen Patentschriften dem Anspruch 1 des Patents 4179 folgende Fassung gegeben:

»Die Bereitung von Gerbstoff durch Behandlung des Holzes mit der Lösung des betreffenden Kalksalzes, bei einer Temperatur von über 108°, sowie die gleichzeitige Gewinnung der Essigsäure als Nebenprodukt bei diesem Vorgang«.

Der Theil, welcher sich auf die Gewinnung von Zellstoff bezog, wurde also gestrichen und damit die Herstellung von Zellstoff mittels doppeltschwefligsauren Kalkes in Deutschland freigegeben. Prof. Dr. Mitscherlich hat in erster Linie das Verdienst, ein neues Verfahren verbreitet zu haben, welches so vorzüglich durchgearbeitet war, dass es jetzt (1895) noch beinahe unverändert mit Erfolg benutzt wird. Die Fabrikanten, welche danach arbeiteten, konnten bei sachverständigem Betrieb guten Zellstoff liefern und von Anfang ihres Betriebes an Geld verdienen. Der nach seinem Verfahren hergestellte Zellstoff hat meistens sehr feste Fasern und wird desshalb von vielen Abnehmern anderen Sorten vorgezogen. Sein Erfinder-Verdienst wird auch dadurch nicht vermindert, dass Theile seines Verfahrens und seiner Einrichtungen Verbesserungen erfahren haben, die in folgenden Abschnitten beschrieben werden.

Dr. Karl Kellner erzählte in Nr. 80 der Papier-Zeitung von 1894, wie er Mitte der siebziger Jahre bei Versuchen zur Verbesserung des Aetznatron-Verfahrens zufällig und selbständig das Sulfitverfahren gefunden habe. Er konnte dasselbe jedoch erst 1878—79 in den Papierfabriken des Baron Ritter zu Podgora bei Goerz, Oesterreich, zur Ausführung bringen, und es ist von daher als Ritter-Kellner'sches Verfahren bekannt.

Francke in Korndal bei Moelndal in Schweden erzeugte erst 1881 Zellstoff durch Kochen mit doppeltschwefligsauerm Kalk, seine französischen und englischen Patente sind vom Oktober und Dezember 1881 datirt.

**519. Wirkung des doppeltschwefligsauern Kalks.** Beim Verbrennen von Schwefel entsteht eine gasförmige Verbindung von 1 Atom Schwefel mit 2 Atomen Sauerstoff, die schweflige Säure $S O_2$, welche seit Jahrhunderten als Bleichmittel benutzt wird. Schwefel Sauerstoff

Die Schwefelsäure-Fabriken stellen zuerst schweflige Säure her, die dann durch Zuführung von 1 Atom Sauerstoff und Wasser in Schwefelsäure umgewandelt wird.

Tilghman hatte erkannt, dass die Aufschliessung von Holz und anderen Pflanzen am besten gelingt, wenn die schweflige Säure mit einer alkalischen Basis vereinigt ist. Er begründet in seiner Patentschrift die Nothwendigkeit der Gegenwart eines Alkalis damit, dass er annimmt, die schweflige Säure werde grossentheils zu Schwefelsäure oxydirt, die man durch vorhandenes Alkali binden müsse. Auch spätere Erfinder und Chemiker theilten diese Ansicht.

Die schweflige Säure verbindet sich mit Calciumoxyd oder Kalk $Ca O$ zu einfach schwefligsauerm Kalk $Ca O S O_2$ oder $Ca S O_3$, welcher krystallisirt, sich Calcium Schwefel Sauerstoff schwer in Wasser löst und 41 pCt. schweflige Säure enthält. Die Verbindung ist ziemlich beständig, lässt sich aber durch starkes Erhitzen in Schwefelsäure und Schwefelcalcium zerlegen nach etwa folgender Gleichung:

$$4\ Ca SO_3 = 3\ Ca SO_4 + Ca S.$$

Schwefelsäure Schwefelcalcium

Durch Schwefelsäure oder Salzsäure kann man die schweflige Säure in ihrer Verbindung mit Kalk ersetzen und frei machen. Der schwefligsaure Kalk

bietet somit ein sehr billiges einfaches Mittel zur Bewahrung grosser Mengen schwefliger Säure. Er löst sich, wie erwähnt, in Wasser schwer, sogar schwerer als Gyps, nämlich 1 Theil schwefligsaurer Kalk in 800 Theilen Wasser, aber leicht in Lösungen von schwefliger Säure in Wasser. Solche Lösungen von einfach schwefligsauerm Kalk in schwefliger Säure gelten als doppelt- oder zweifach-schwefligsaurer Kalk, weil man annimmt, dass darin 1 Atom Kalk mit 2 Atomen schwefliger Säure verbunden ist. Ob dies aber wirklich der Fall ist, erscheint sehr zweifelhaft, und jedenfalls ist die Verbindung so lose, dass alle schweflige Säure solcher Lösungen, welche nicht als einfachschwefligsaurer Kalk oder Calcium monosulfit an Kalk gekettet ist, beinahe wie freie Säure wirkt.

In welcher Weise diese schweflige Säure die Umwandlung der Inkrusten in lösliche Stoffe bewirkt, ist noch nicht mit Bestimmtheit ermittelt, und die Erklärung des Hergangs ist um so schwieriger, als man die Natur der Inkrusten selbst noch nicht kennt. Nach der ältesten, schon von Tilghman angedeuteten Ansicht entzieht die Schwefligsäure den Inkrusten so viel Sauerstoff, dass sich daraus Schwefelsäure bildet, die sich dann mit dem Kalk zu Gyps verbindet. Nach anderer Auffassung dient der durch Verbrennen in schweflige Säure verwandelte Schwefel nur als Träger für Sauerstoff und giebt denselben an die Inkrusten ab. Durch diese höhere Oxydation würden aus den Inkrusten organische Säuren entstehen, die sich mit Kalk zu organisch sauerm schwefelhaltigem Salz verbinden. (A. Harpf in Nrn. 38 und 39 der Papier-Zeitung 1892.) Dr. A. Frank nimmt wie Tilghman an, dass durch Oxydation Schwefelsäure entsteht, die sich mit organischen Stoffen zu Sulfonsäure vereinigt und mit dem vorhandenen Kalk lösliche Verbindungen bildet (s. Papier-Zeitung Nr. 63, Jahrgang 1887).

Pictet & Brèlaz erzeugten Zellstoff durch Behandlung von Holz mit schwefliger Säure ohne alkalische Basis, erhielten aber braunen Stoff. Die Sulfitstoff-Fabrikanten wissen, dass die Gegenwart einer Basis nöthig ist, wenn der Stoff nicht gebräunt werden soll, sie untersuchen daher häufig gegen Ende des Kochens und hören damit auf, ehe der Rest des an Schwefligsäure gebundenen Kalks in andere neutrale Verbindungen übergegangen ist.

Die hiernach in erheblichen Mengen entstehende Schwefelsäure findet sich nach Dr. Frank's Untersuchungen (Nrn. 60, 61 und 63 der Papier-Zeitung 1887) in den Ablaugen zum grössten Theil in Form von sulfonsaurem Kalk. Als »Sulfonsäuren« werden diejenigen Schwefelsäuren $H_2SO_4$ bezeichnet, in welchen ein Atom Wasserstoff durch eine organische Gruppe ersetzt ist,

$$\text{aus } \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} SO_4 \text{ wird also beispielsweise } \left.\begin{matrix}CH_3\\ \text{Methyl}\\H\end{matrix}\right\} SO_4$$

Die Sulfonsäuren unterscheiden sich von Schwefelsäure besonders dadurch, dass sie sowohl mit Kalk wie Baryt leicht lösliche Salze bilden. Neben sulfonsaurem finden sich nur geringe Mengen schwefelsauren Kalks in den Kochlaugen. Beide, Sulfon- wie Schwefelsäure, treiben die Schwefligsäure aus ihrer Verbindung mit Kalk aus, zersetzen also das Monosulfit und verursachen die zu Ende des Kochens wachsenden Ansammlungen von gasförmiger Schwefligsäure, denen durch Abblasen manchmal Luft gemacht wird.

Die von anderer Seite aufgestellte Ansicht, dass Monosulfit durch die entstehenden organischen Säuren zersetzt werde, ist nach Dr. Frank's Untersuchungen unrichtig, da ausser der Kleesäure (Oxalsäure) keine im Kocher entstehende organische Säure die Schwefligsäure aus ihrer neutralen Verbindung mit Kalk, d. h. aus Monosulfit verdrängen kann.

Dr. Karl Kellner nimmt an (Papier-Zeitung 1894, Nr. 81), dass die Schwefligsäure $SO_2$ nicht höher oxydirt wird, sondern organische sulfinsaure Verbindungen von ähnlicher Zusammensetzung wie obige sulfonsaure bildet.

Für den Zellstoff-Fabrikanten ist es unerheblich, durch welche chemische Umsetzungen die Inkrusten zur Lösung gebracht werden, wenn er nur durch sein Verfahren den Zellstoff völlig davon befreit.

Magnesia, die sich ohnehin stets in Begleitung von Kalk findet, wird von Ekman in Form von Magnesit anstatt Kalk angewandt und hat den Vorzug, dass seine Verbindungen, die schwefligsaure und schwefelsaure Magnesia, in Wasser leicht löslich sind, also den Stoff nicht verunreinigen. Andere benützen Dolomit, ein aus kohlensauerm Kalk und kohlensaurer Magnesia bestehendes Mineral, anstatt Kalk. Natron, Kali und andere Basen würden vermuthlich ähnliche Dienste leisten, werden aber bei der Fabrikation nicht angewendet, weil der viel billigere Kalk vollkommen genügt.

**520. Wahl des Holzes.** Wie für Holzschliff (s. Seite 1242), so ist auch für Sulfitstoff die Fichte am geeignetsten. Tanne giebt gröbere Fasern und aus der Kiefer, deren grosser Harzgehalt auch lästig ist, muss der rothe Kern entfernt werden. Trotz seiner grössern Billigkeit ist es desshalb an den meisten Orten nicht vortheilhaft, Kiefernholz zu verarbeiten. Neuerdings (1895) sind in Amerika Hemlocktanne und Laubhölzer versuchsweise mit Erfolg verarbeitet worden. Letztere ergaben weissen aber kurzfasrigen baumwolligen Stoff.

Fichtenholz muss auch, wie jedes andere mit grosser Vorsicht eingekauft werden. Wurmlöcher erscheinen im Sulfitstoff als schwarze Punkte, sonnenbrandige Pfeile als braune Splitter und rothfaule, blau und schwarz angelaufene Stellen zeigen sich als ebensoviele Fehler. Alle solche schädlichen Theile, sowie Bast und Aeste müssen vor oder nach dem Kochen sorgfältigst entfernt werden, ehe dies durch Zermahlen des gekochten Stoffes unmöglich wird.

Fabrikanten, die nach Mitscherlich's Verfahren arbeiten, verwenden gern frisches Holz, weil es festeren Stoff als altes liefert, müssen sich aber umsomehr vor harzreichem Holze hüten. Bei solchen Verfahren, bei denen das Kochen durch unmittelbare Einführung von Dampf in den Kocher und die Lauge ausgeführt wird, zieht man trockenes Holz vor, wahrscheinlich weil dasselbe rascheres Eindringen der Lauge gestattet. Sofortiges oder doch rasches Eindringen der Lauge ist hier erwünscht, weil dieselbe nur anfangs konzentrirt ist und nach und nach durch zutretenden Dampf verdünnt wird. Bei frischem Holz wird dieser Uebelstand durch dessen grösseren Wassergehalt noch vermehrt und das Eindringen der Lauge erschwert.

Bei dem Mitscherlich'schen Verfahren wird langsamer und nicht mit eingeleitetem Dampf, sondern mit Heizröhren gekocht, die Lauge also nicht verdünnt.

Um zu ermitteln, ob es vortheilhafter ist, starke oder schwache Hölzer zu verarbeiten, wurden in einer Sulfitstoff-Fabrik Versuche angestellt mit starken und schwachen Stämmen von 60- bis 80-jährigen Fichten aus den sächsisch-böhmischen Wäldern.

| | mittlere Stärke | Länge | Festmeter | Gewicht des Festmeters |
|---|---|---|---|---|
| Die starken Hölzer hatten | 23,5 cm | 12,5 m | 0,55 fm | 530 kg |
| „ schwächeren Hölzer hatten | 10,5 „ | 8,75 „ | 0,127 „ | 538 „ |

Es ergab sich nun beim

| | starken Holz | schwachen Holz |
|---|---|---|
| Verlust durch Reinigen und Zerkleinern . . | 10,4 pCt. | 13,5 pCt. |
| Sortirtes Ia Holz . . . . . | 76,4 „ | 72 „ |
| Abfallendes IIa und IIIa . . . . . | 13,2 „ | 14,5 „ |
| | 100 pCt. | 100 pCt. |

Die Ausbeute betrug von 100 kg Rohholz beim

| | starken Holz | schwachen Holz |
|---|---|---|
| Ia Zellstoff . . . . . | 31,29 pCt. | 30,09 pCt. |
| IIa „ . . . . . | 3,37 „ | 4,00 „ |
| IIIa „ . . . . . | 2,53 „ | 2,31 „ |
| | 37,19 pCt. Zellst. | 36,40 pCt. Zellst. |

Der Verkaufswerth des aus einem Festmeter Holz dargestellten Zellstoffs war für das starke Holz 51 M. 97 Pf., für das schwache 50 M. 62 Pf.

Kostet nun das Festmeter des starken Holzes frei Fabrik wenigstens 19 M., so betragen die Kosten des Holzes 36,5 pCt. des Werthes des Zellstoffs. Kostet aber das Festmeter des schwachen Holzes 15 M., und betragen die Mehrkosten an Arbeitslohn $^3/_4$ M., so ergeben sich hier die Kosten des Holzes zu nur 31,1 pCt., woraus ersichtlich, dass es auch bei der Fabrikation von Sulfitstoff vortheilhafter ist, schwächere Hölzer zu nehmen und zwar vielleicht 40 bis 60-jährige Bestände.

Dies gilt jedoch nur für die Durchschnitts-Fabrikation und bei obigen Preis-Verschiedenheiten. Wo starke Hölzer nicht erheblich theurer sind als schwache, und zur Herstellung besonders feinen Zellstoffs wird es vortheilhafter sein, stärkere Stämme wegen ihrer grösseren Reinheit zu verwenden.

Für die Wahl des Holzes gilt ausserdem das auf Seiten 1239 und 1240 für Schleifholz Gesagte.

**521. Fördern, Putzen und Zerkleinern des Holzes.** In den Fabriken, welche anfangs das Sulfitverfahren einführten, bediente man sich zunächst der Hilfsmaschinen, welche bei der Holzschleiferei und Natron-Zellstoff-Fabrikation zur Holzvorbereitung schon in Anwendung waren. Das auf Seiten 1244 bis 1253 Gesagte gilt desshalb auch hier. Damit die Sulfitlauge alle Theile des Holzes leicht durchdringen kann, müssen die Klötze wie für Natron-Zellstoff quer zur Faserrichtung in dünne Scheiben getheilt werden. Diese Theilung sollte jedoch, wie Dr. Karl Kellner in Nr. 80 der Papier-Zeitung 1894 sagt, nicht mit Sägen ausgeführt werden, weil dabei viel Abfall entsteht und die Lauge schwer ins Innere der Holzscheiben gelangt. Wenn aber das Holz im Innern trocken bleibt, ist es spezifisch leicht, schwimmt obenauf und bräunt sich an den Stellen, die nicht von Flüssigkeit durchdrungen sind, sobald die Temperatur im Kocher auf mehr als 110 ° C. steigt. Um das Eindringen der Lauge ins Innere der abgesägten Scheiben zu erleichtern und die Luft auszutreiben, dämpft Prof. Dr. Mitscherlich das Holz vor dem Kochen. Dr. Kellner sucht denselben Zweck durch stärkere Zerkleinerung des Holzes zu erreichen, die es auch möglich macht alle Theile einer ebenso genauen Untersuchung zu unterziehen wie sie bei Lumpen üblich ist.

In manchen Fabriken werden diese kleinen Holzstückchen von zahlreichen, oft mehr als Hundert Arbeiterinnen auf Drahtsieb-Tischen sortirt, um alle Aeste, faulen oder harzigen Theile usw. sorgfältig daraus zu entfernen.

Die Einrichtungen, welche zur Zerkleinerung dienen, sind in den folgenden Abschnitten beschrieben.

**522. Sägemaschine.** In den Vereinigten Staaten von Amerika werden die Stämme vielfach noch mit Sägen in Scheiben zerschnitten. Eine sehr sinnreiche Einrichtung dieser Art, die von D. R. Edwards & Co. in Saginow in Michigan gebaut ist, wurde von Heinrich Wildhagen in Nr. 6 der Papier-Zeitung von 1892 folgendermaassen beschrieben.

Fig. 1364 zeigt eine Ansicht der ganzen Maschine nach photographischer Aufnahme.

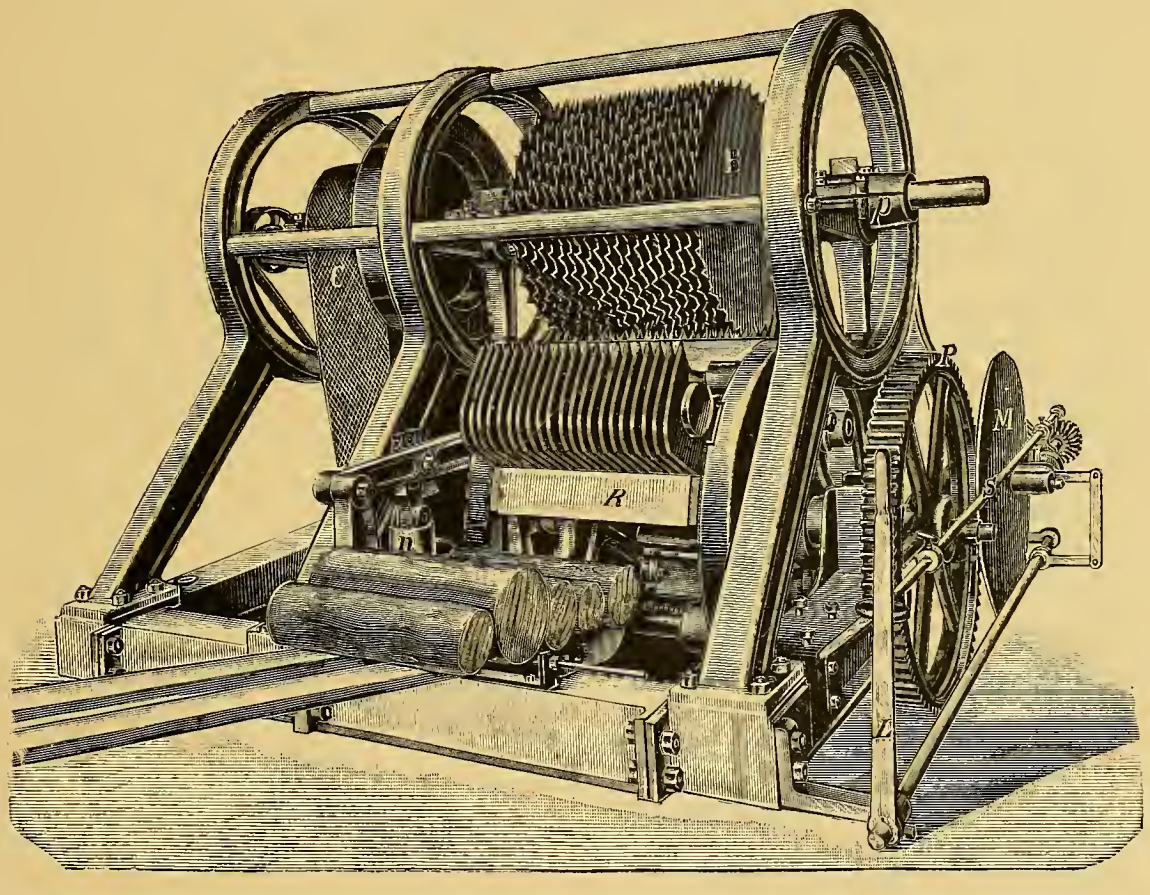



Fig. 1364.

Nachdem das Holz in kurze, für die Maschine passende Längen geschnitten ist, wird es auf Rindenschälmaschinen von der Rinde befreit. Diese Maschinen sind so aufgestellt, dass die an denselben beschäftigten Arbeiter die von Rinde und Bast befreiten Stücke auf die in Fig. 1365 dargestellte schiefe Ebene $T$ der Maschine legen, auf welcher hinab dieselben dann der Säge zurollen.

In dem oberen Theile des starken gusseisernen Gestelles liegt die Hauptwelle mit einigen Riemscheiben und den Sägen *B* (Fig. 1364), darunter eine Trommel *R* (Fig. 1365) mit vier Reihen Fingern *V*, $V^1$, $V^2$, $V^3$ zum Ergreifen, Festhalten und Vorbringen der zu schneidenden Hölzer.

Zur besseren Uebersicht sind in Fig. 1367 sämmtliche zur Maschine gehörigen wichtigsten Theile, schematisch nebeneinander gelegt, in einfachen Linien dargestellt.

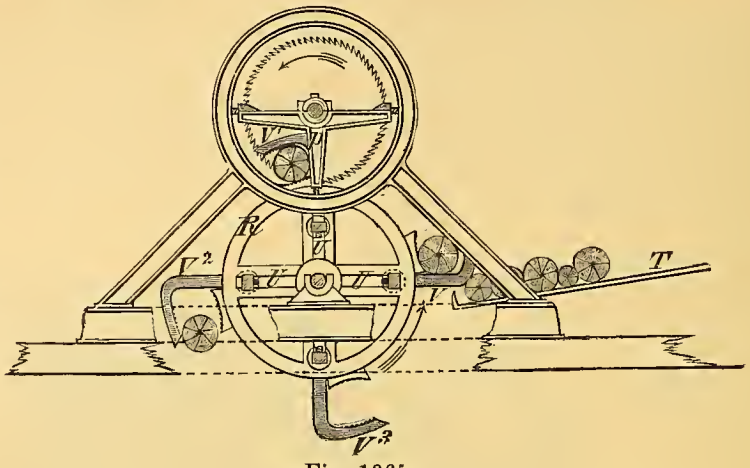


Fig. 1365.

Bei Hölzern von geringem Durchmesser lässt man die Trommel *R* etwa 6 mal, bei starken Hölzern nur 4 mal in der Minute umlaufen. Da sich nun an der Trommel, wie aus Figg. 1365 und 1366 ersichtlich ist, 4 Reihen Finger *V*, $V^1$, $V^2$, $V^3$ befinden, und jede Reihe, wenn sie durch die schiefe Ebene *T* geht, von dieser ein Stück Holz aufnimmt, so ergiebt dies bei Hölzern von geringem Durchmesser $6 \times 4 = 24$ Stück, bei solchen von grösserem Durchmesser $4 \times 4 = 16$ Stück in der Minute. Die grösste Länge der zu schneidenden Hölzer ist etwa 30 Zoll (76 cm), da nicht über 20 Sägen auf der Welle *A*, Fig. 1367, befestigt, werden können.

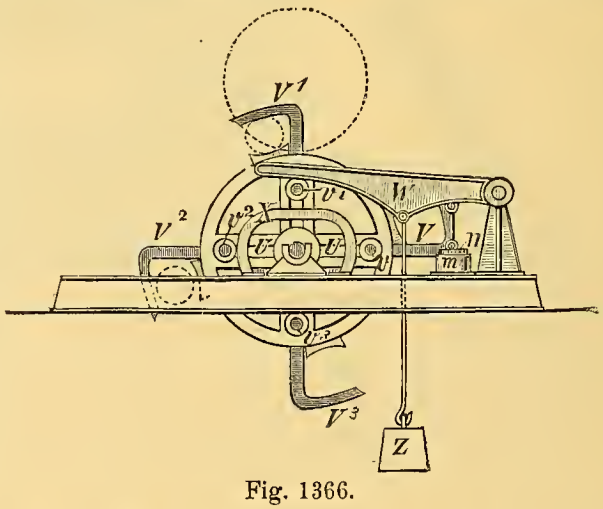


Fig. 1366.

Durch Probe ist ermitttelt worden, dass man 70 Cords (1 Cord = $3^2/_3$ rm) in 10 Stunden in $1^1/_4$ Zoll dicke Scheiben schneiden kann. Durchschnittlich werden jedoch nur 50—60 Cords in 10 Stunden geschnitten, wozu die Maschine nur einen Mann zur Bedienung braucht.

Da bis zu 20 Sägen auf der Welle *A* (Fig. 1367) befestigt sind, welche aus einem Stück Holz von 30 Zoll Länge 21 Scheiben von je $1^1/_4$ Zoll Dicke schneiden, so müssen auch 21 Finger *V*, $V^2$, $V^1$, $V^3$ in jedem Satz vorhanden sein, um jede einzelne Scheibe festzuhalten. Diese 21 Finger sind in einem Rahmen zusammengefasst, der in den Gleitbahnen *U* der Trommel *R* (Figg. 1365 und 1366) sitzt. Jeder solche Rahmen ist für jede der 4 Fingerreihen mit einem aus der Trommel hervortretenden Zapfen versehen, der eine kleine Gleitrolle *v*, $v^1$, $v^2$, $v^3$ trägt, durch welche die Finger auf folgende Weise geöffnet und geschlossen werden.

Nachdem die geöffneten oder herausgeschobenen Finger $V$ durch die Zufuhrrinne $T$ gegangen sind und daselbst ein Holz aufgenommen haben, tritt die Rolle $v$ unter den als Gleitbahn dienenden Hebel $W$ und wird durch diesen und das daran befestigte Gewicht $Z$ herunter gedrückt, wie $V^1$ durch $v^1$ in Fig. 1366, bis die Finger $V^1$ auf dem zu schneidenden Stück Holz liegen. Die Hölzer sind selten an einem Ende genau so dick wie am andern, und sobald starre Finger am dicken Ende anfassten, würden die dünnen Enden lose bleiben. Um dies zu verhindern, ist jeder einzelne Finger am untern Ende noch mit einer starken Feder versehen, durch welche den Fingern eine selbständige Bewegung von 1 bis $1^1/_2$ Zoll gestattet wird, damit sie überall gleichzeitig anfassen.

Nachdem das Holz von den Sägen in Scheiben zerschnitten ist, tritt die Gleitrolle $v$ auf die Gleitbahn $X$ und öffnet oder schiebt die Finger, wie an $V^2$ $v^2$ zu ersehen ist, heraus, wodurch den Scheiben freies Herabfallen gestattet wird. Die Scheiben fallen in einen unter der Maschine befindlichen Elevator und werden durch diesen dem Raum über den Kochern zugeführt.

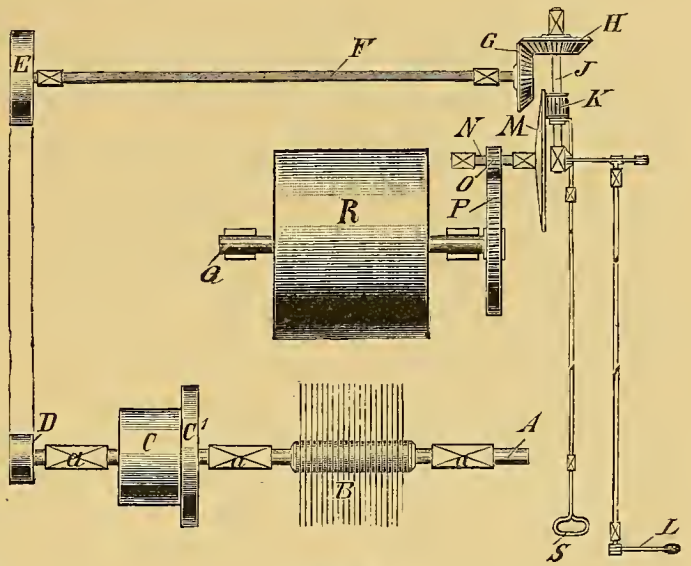


Fig. 1367.

Bei $V^3$ sind die Finger wieder zur Aufnahme neuer Stücke bereit. Wenn die Rolle $v^1$ die Hebelgleitbahn $W$ verlässt, könnte letztere mit dem Gewicht $Z$ auf die dann folgende Rolle $v$ fallen und dieser einen harten Schlag geben, wenn dies nicht durch eine Art von Puffer verhindert würde. Derselbe besteht aus dem Cylinder $m$, dessen Kolben $n$ mit dem Hebel $W$ verbunden ist. Der Cylinder $m$ füllt sich, wenn Hebel $W$ und Kolben $n$ gehoben sind, mit Luft. Beim Herunterfallen des Hebels $W$ und des Kolbens $n$ kann die Luft nur langsam durch eine kleine Oeffnung aus dem Cylinder $m$ entweichen, wodurch dem Kolben $n$ mit Hebel $W$ nur ein langsames Herabsinken gestattet wird.

$A$ (Fig. 1367) ist die Hauptwelle mit drei Lagern $a$ $a$ $a$, $B$ sind die Sägen, $C$ ist die Riemscheibe, durch welche alle Theile der Maschine mit einem 16″ breiten Lederriemen von der im unteren Stockwerk liegenden Transmissionswelle in Bewegung gesetzt werden. Die Maschine selbst steht im zweiten Stock des Gebäudes, d. h. eine Treppe hoch. $C^1$ ist ein Schwungrad, welches mit $C$ in einem Stück gegossen zehn Zentner wiegt. $D$ ist eine kleine Riemscheibe, welche mittels Riemens die Kraft auf die Riemscheibe $E$ an Welle $F$ überträgt. Das Kegelrad $G$ an Welle $F$ greift in das Kegelrad $H$ auf Welle $J$ und bringt diese in Bewegung. Das Reibungsrädchen $K$ auf Welle $J$ wird durch Hebel $L$ gegen die Reibungsscheibe $M$ auf Welle $N$ gepresst und bringt diese, sowie das auf derselben Welle befindliche

Zahnrad *O* in Bewegung. Zahnrad *O* greift in Zahnrad *P* auf Welle *Q* und setzt diese mit ihrer Trommel *R* in Bewegung.

Mit der Maschine können Hölzer von 3 Zoll bis 12 Zoll Durchmesser geschnitten werden. Durch Verschieben des Reibungsrades *K* auf Welle *J* mittels Stange *S* nach oder von der Mitte der Scheibe *M* wird die Zahl der Umdrehungen der Trommel *R* vermindert oder vermehrt.

Ueber den Sägen ist ein Hut von Eisenblech angebracht, welcher durch ein Rohr mit einem Ventilator verbunden ist. Dieser Ventilator saugt die Sägespäne ein und bläst sie durch ein anderes Rohr in einen Raum über den Kochern. In Gemeinschaft mit Holz von geringer Güte werden sie in die Kocher gegeben, gekocht und in Zellstoff zweiter Sorte verwandelt.

Das in Saginow, Michigan, benutzte Fichtenholz *Spruce wood* ist meist sehr astig, und es hat sich daher als zu kostspielig erwiesen, die Aeste durch Herausbohren zu entfernen. Ausserdem hat das Herausbohren noch den Nachtheil, dass, wenn der Bohrer den Ast nicht richtig trifft und ganz herausholt, der zurückbleibende Theil (meist aus einem Theile des schwarzen Ringes bestehend, welcher um die Aeste liegt) dadurch gelockert und durch das nachfolgende Kochen vollends in kleine Theile zerlegt wird, welche sich dann in dem fertigen Zellstoff als schwarze Schmutztheilchen zeigen.

Aus diesen Gründen ist das Herausbohren der Aeste schon lange aufgegeben, und in sämmtlichen in Amerika nach Mitscherlich'schem Verfahren arbeitenden Fabriken eine Maschine zur Anwendung gebracht, welche erst nachdem das Holz gekocht ist die Aeste entfernt.

Da gesägte Holzscheiben ungebrochen bleiben, so nehmen sie verhältnissmässig wenig Raum ein, und man kann davon etwas mehr in einen Kocher bringen als von zerbrochenen. Diesem einzigen durch Sägen erzielten Vortheil steht jedoch der Nachtheil gegenüber, dass jeder Sägenschnitt einen Theil des Holzes in Sägespäne verwandelt, aus deren kurzen Fasern sich kein guter Stoff herstellen lässt. Da die Späne überdies Theile der durchschnittenen Aeste und schlechten Stellen des Holzes enthalten, die sich ihrer Kleinheit wegen nach dem Kochen auf keine Art mehr aussondern lassen, so ist es besser, sie mit den Sortirsieben oder Exhaustoren abzuscheiden und zu verbrennen, anstatt sie mit den Scheiben zu kochen.

Es ist jedoch vortheilhafter, so zu arbeiten, dass keine Sägespäne entstehen und die Scheiben, wie es seit vielen Jahren in deutschen Fabriken geschieht, mit scharfen Messern abgeschnitten oder gehackt werden.

**523. Schneidemaschine mit auf- und niedergehendem Messer.** Geh. Kommerzienrath Albert Niethammer in Kriebstein bei Waldheim in Sachsen fand, wie er in der Beschreibung seiner unter Nr. 45991 in Deutschland patentirten Schneidemaschine sagt, dass man durch Schneiden des Holzes in doppelt schräger Richtung am wenigsten Kraft braucht. Er erzielt diesen doppelt schrägen Schnitt dadurch, dass er dem Messer das Stammholz in schräger Richtung zuführt und ausserdem das Messer schräg in den Stamm schneiden lässt. Man erhält dadurch mit geringstem Kraftaufwand in sich geborstene Holzscheiben, von denen keine Theilchen abspringen, die also glatten Schnitt zeigen. Das Holz wird ohne Verlust zerschnitten und derart gelockert, dass es sich nachher leicht zerbrechen lässt. Figg. 1368, 1369 und 1370 zeigen Aufrisse und Grundriss der Maschine nach der Patentzeichnung, Figg. 1371 und 1372 den Messerhalter mit dem Messer.

Das Gestell $A$, in welchem die gekröpfte Antriebswelle $B$ gelagert ist, geht nach oben in einen Ständer $A^1$ über, dessen vordere Fläche geneigte Lage hat. In dieser geneigten Lage sind an dem Ständer $A^1$ nachstellbare Führungsleisten $n$ befestigt, an welchen ein Schlitten $f$ auf- und abbewegt werden kann. Letzterer trägt das Messer $a$ mit dem dasselbe am Rande überdeckenden Rahmen $d$, Fig. 1371. Mit dem Messerschlitten $f$ ist ein Querbalken $l$ verbunden, an welchen die beiden auf der Kröpfung der Welle $B$ sitzenden Pleuelstangen $m$ angreifen. Auf der Welle sitzt rechts und links ausserhalb der Lager je ein kräftiges Schwungrad $D$ $D^1$, von denen eines die Antriebsriemscheibe bildet. Neben dieser sitzt die Leerscheibe $D^2$.

Es leuchtet ohne weiteres ein, dass der Schlitten $f$ mit dem Messer und dem Deckrahmen bei der Drehung der Welle $B$ einen der doppelten Länge der Exzentrizität des gekröpften Wellentheils entsprechenden Hub längs der geneigten Fläche des Ständers $A^1$ macht. Hierbei wird durch Anwendung zweier Pleuelstangen jedes Ecken des Messerschlittens $f$ an den nachstellbaren Führungen $n$ verhütet, und durch Anordnung zweier Schwungräder eine günstige Beanspruchung der gekröpften Welle im Augenblick des Aufstossens der Schneidekante auf den Stamm erzielt. Letzterer wird auf einem Gestell $C$ in einer zur Achse der Welle $B$ schrägen Richtung, jedoch in waagrechter Lage zugeführt, sodass die Schnittfläche zur Längsrichtung der Faser, wie auch zur darauf Senkrechten geneigt ist, und die Fasern somit in doppelt schräger Richtung durchschnitten werden.

Behufs Erzielung unversehrter Scheiben muss das Messer so dünn als eben zulässig genommen werden. Um dem dünnen Messer $a$ (Fig. 1371) hinreichende Widerstandsfähigkeit und Steifheit zu geben, ist dasselbe nicht nur an seinem oberen Rande, sondern auch an beiden Seiten durch Schrauben $b$ an dem Messerträger $f$ befestigt, und letzterer sowohl als auch der das Messer auf der Oberseite deckende Rahmen $d$ sind zu diesem Zweck halbkreisförmig ausgespart. Das Messer, dessen Schneide um ein Geringes schräg liegt, schneidet nicht gegen ein feststehendes sogenanntes Stockmesser, sondern tritt in der untersten Stellung in einen entsprechend breiten Spalt des Stammauflagers.

Der selbstthätige Vorschub des Stammes erfolgt mittels zweier Walzenpaare, auf deren einem der Stamm ruht, während das zweite Walzenpaar $o$ den Stamm von oben in der richtigen Lage festhält, und zwar so lange, als das Messer beim Niedergang schneidet, und beim Hochgang sich noch in der Bahn des Stammes befindet. Der Vorschub findet daher nur statt, wenn das Messer den obersten Theil seiner Bahn zurücklegt, d. h. nur ungefähr während einer Viertelumdrehung der Kurbelwelle. Auf diese Weise ist es ermöglicht, Stämme bis zu einem Durchmesser gleich etwa $^3/_4$ des Messerhubes zu schneiden. Veranlasst wird dieser periodische Vorschub durch das auf der Welle $B$ sitzende Schubexcenter $g$, auf welchem eine Rolle $h$ läuft, die in dem einen Schenkel $p$ eines um den Zapfen $q$ drehbaren Winkelhebels $p$ $r$ gelagert ist. Der zweite Schenkel $r$ dieses Winkelhebels steht durch die mit Universalgelenken versehene Stange $s$ mit dem einen Arm $t$ des Winkelhebels $t$ $t^1$ in Verbindung, dessen zweiter Schenkel $t^1$ durch eine ebenfalls mit Universalgelenken versehene Schubstange $s^1$ mit dem einen Hebel $u$ des Schaltwerks verbunden ist.

Wird die Rolle $h$ durch das Schubexcenter $g$ angehoben, so verschiebt sich das Gestänge $s^1$, Figg. 1369 und 1370, nach rechts, und hierbei schlagen die beiden Schalthebel $u\,u^1$, welche durch eine Schubstange $v$ mit einander verbunden sind, mit den oberen Enden ebenfalls nach rechts aus. In den oberen Enden dieser Hebel sind mit Rillen versehene Reibungsklinken $w\,w^1$ gelagert, welche derart auf mit schneidenförmigem Rande versehenen Scheiben $x\,x^1$ schleifen, dass bei vorerwähnter Rechtsschwingung der oberen Hebel-Enden die Scheiben $x\;x^1$ mitgenommen werden, beim Linksschwingen der Hebel-Enden die Klinken $w\,w^1$ dagegen frei auf den stehenbleibenden Rollen zurückgleiten. Die Schalthebel $u\;u^1$ drehen sich lose auf den Wellen der Scheiben $x\;x^1$. Auf diesen Wellen sitzen die den Stamm von unten stützenden Rollen, so dass also bei der jedesmaligen Drehung der Scheiben $xx^1$ auch dieses Rollenpaar mitgedreht und somit der Stamm ein entsprechendes Stück vorgeschoben wird. Der Angriffspunkt des Gestänges $s^1$ am Schalthebel $u$ ist in einer Kulisse verschiebbar, wodurch die Grösse des Vorschubs geregelt werden kann.

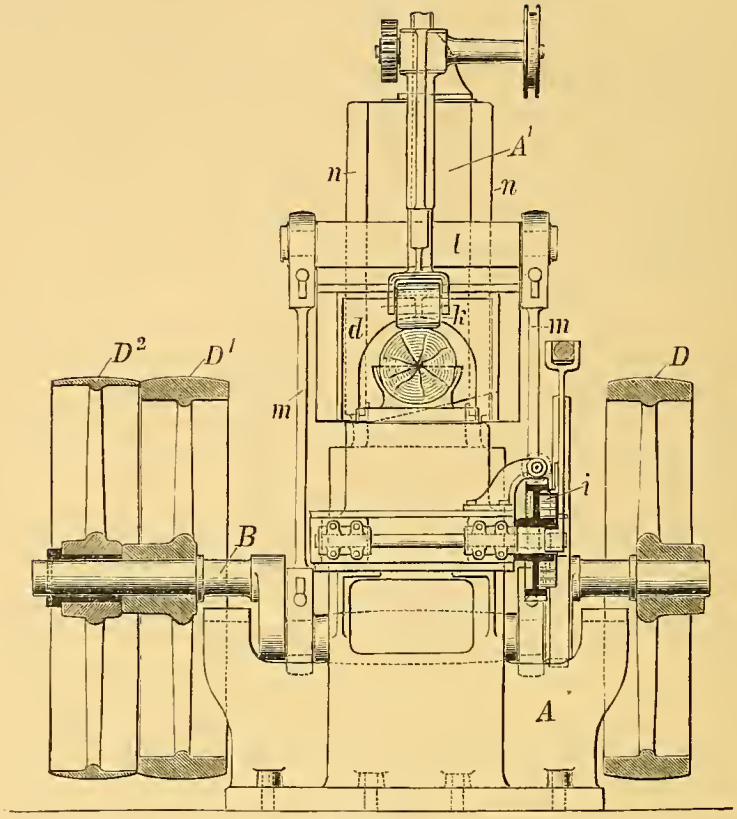


Fig. 1368.

Die auf dem Schubexcenter $g$ laufende Rolle $h$ folgt bei geringer Umdrehungszahl dem ersteren ohne Stoss nach, bei 80 bis 90 Umdrehungen in der Minute treten dagegen die Massenwirkungen störend auf, die Rolle würde dem Abfall der Excenterkurve nicht rasch genug folgen, und es würden Stösse entstehen. Um dies zu vermeiden, ist eine Spiralfeder $i$ angeordnet, welche mit dem einen Ende an dem Winkelhebel $p\;r$, mit dem anderen an einem Schneckenrad $y$ be-

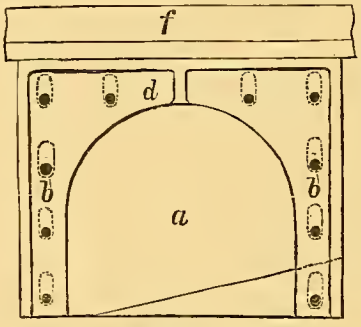


Fig. 1371.

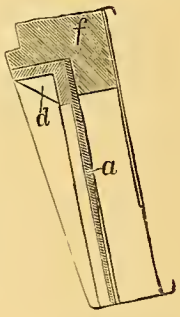
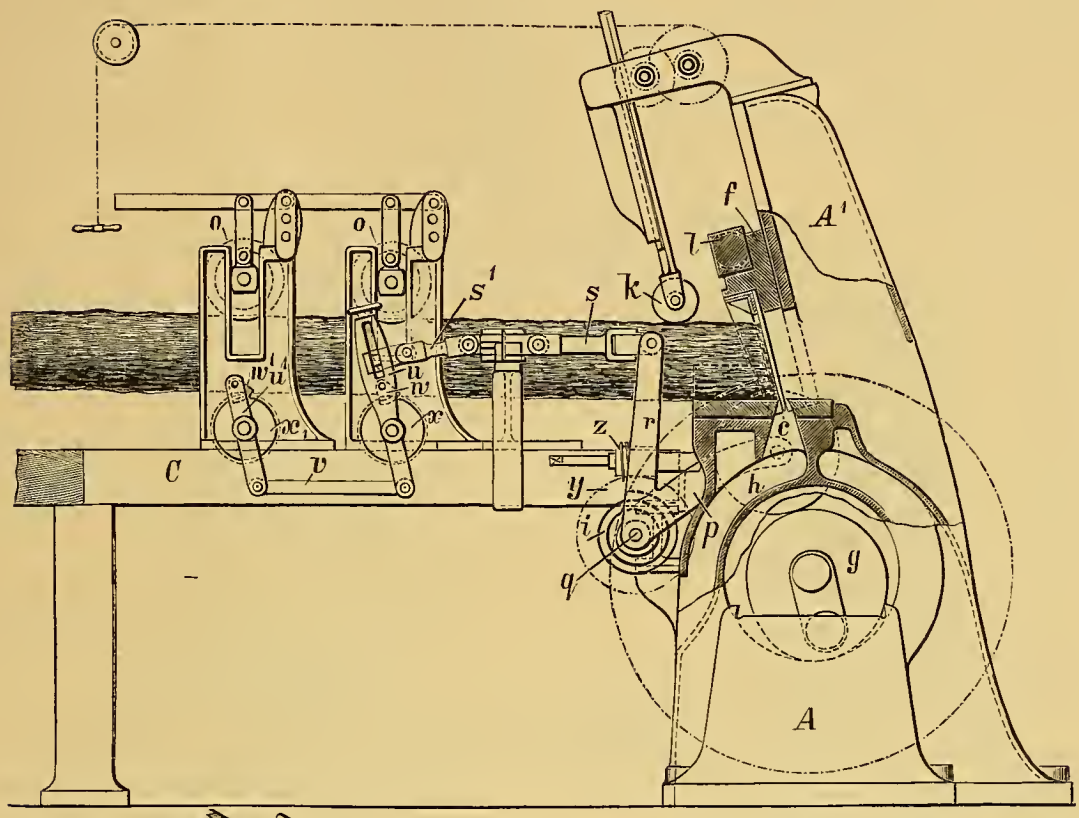


Fig. 1372.

Fig. 1369.



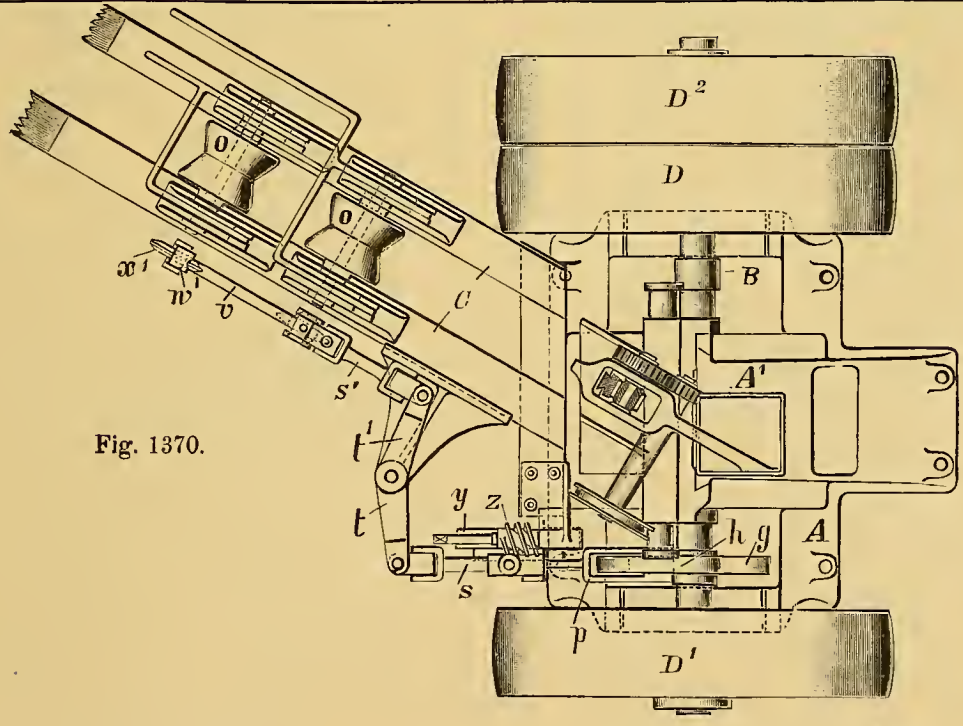




Fig. 1370.

festigt ist, welches mit einer mittels Schlüssels in Drehung zu versetzenden Schnecke *z* in Eingriff steht, so dass die Spiralfeder geeignet gespannt werden kann, um der Rolle die nöthige Beschleunigung zu geben. Eine kleine Rolle *k*, welche am Ende einer Zahnstange sitzt, dient zum Niederhalten des Stammes vor dem Messer.

Eine ähnliche Schneidemaschine mit auf- und niedergehendem Messer hat der österreichische Papierfabrikant von Kink erfunden und in Oesterreich-Ungarn patentiren lassen.

Maschinen mit auf- und niedergehendem Messer schneiden nur beim Niedergang, laufen daher beim Aufgang leer, verlieren dadurch die halbe Zeit und dürfen ausserdem nicht mit grosser Geschwindigkeit laufen. Die auf runden Scheiben angebrachten Messer der seit 20 Jahren bekannten Hackmaschinen kommen bei jedem Umgang zum Schnitt und können mit grösserer Umdrehungszahl arbeiten. Die Zuführung des Holzes ist auch einfacher, da dasselbe ohne jede Hilfe in geneigtem Trog vermöge seines Gewichts zu der Messerscheibe gleitet. Diesen Vortheilen steht jedoch gegenüber, dass sie viel Kraft brauchen, viel Ausbesserung erfordern und das Holz nicht immer in solchem Zustand abliefern, dass sich die Aeste leicht ablösen. Die Maschinen mit auf- und niedergehendem Messer werden deshalb von manchen Fabrikanten vorgezogen.

**524. Hackmaschine mit kreisenden Messern.** Durch Verbesserung der Seiten 1391 und 1393 erwähnten alten Maschine, besonders durch geeignete Stellung des Zuführtroges, sind deren Mängel allmälig beseitigt worden, während sie sich noch immer durch Einfachheit und grosse Leistung auszeichnet.

Die in Figg. 1373 und 1374 in Auf- und Grundriss in 1 : 30 der wahren Grösse dargestellte Maschine dieser Art wird von Heinrich Wigger in Unna i. Westfalen gebaut und ist durch Patente in den meisten Staaten geschützt. Die runde schwere Gussplatte *a* ist mit 2 Messern *c* besetzt, welche von dem im Trog *f* herabgleitenden d. h. durch sein Gewicht gegen *a* vorrückenden Rundholz bei jedem Umgang Scheiben abhacken. Platte *a* sitzt fest auf einer 140 mm starken Stahlwelle *h*, die mit Voll- und Losscheiben *i* versehen ist und mit 10 bis 200 Umdrehungen in der Minute arbeiten kann. Welle *h* ist an der Stelle, wo sie die Nabe der Scheibe *a* trägt, kegelförmig verjüngt und mit Gewinde versehen, so dass man die Scheibe *a* mittels der aus Fig. 1374 ersichtlichen Mutter $h^1$ auf der Welle *h* festklemmen kann. Um das Sägen der Hölzer entbehrlich zu machen, muss man recht dünne Messer *c* mit scharfer Schneide anwenden und dieselben so befestigen, dass sie zum Schneiden dicker und dünner Holzscheiben eingestellt und leicht ausgewechselt werden können. In dem deutschen Patent Nr. 49 293 ist diese Befestigung der Messer beschrieben. Die Schneideseite der Platte *a* ist in Fig. 1375 und die Rückseite in Fig. 1376 in 1 : 30 der wahren Grösse dargestellt. In Fig. 1375 links ist nur die nackte Platte mit dem Sitz $b^1$ des Messerträgers oder Spannbügelrahmens *b* gezeichnet, während rechts der Messerträger *b* und Messer *c* eingesetzt sind. In Fig. 1376 sind nur die Rückseiten $b^2$ der Messersitze und die Verstärkungsrippen sichtlich. Die Messer *c* mit ihren Spannbügelrahmen *b* lassen sich durch Einschalten von mehr oder weniger dicken Ringen *r* auf den 7 Befestigungsbolzen, wie aus der Sonderzeichnung in Fig. 1373 ersichtlich, weiter über die Platte *a* hinausrücken, wenn man dickere Holzscheiben schneiden will. Wie der Schnitt zwischen dem

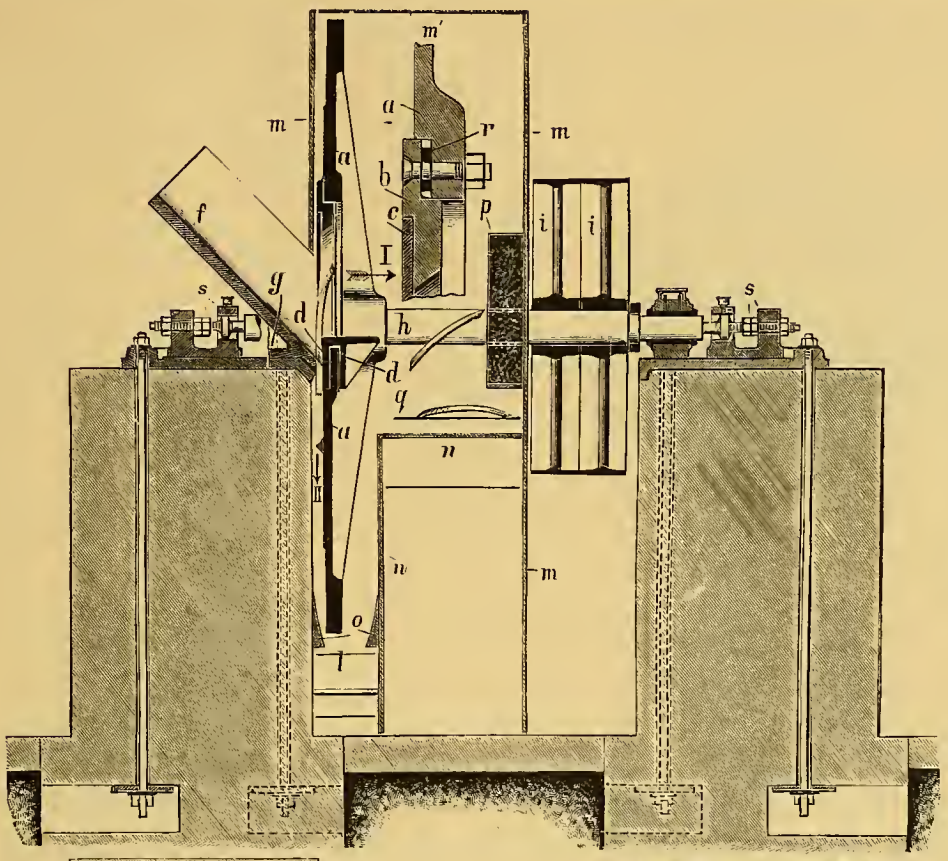



Fig. 1373.

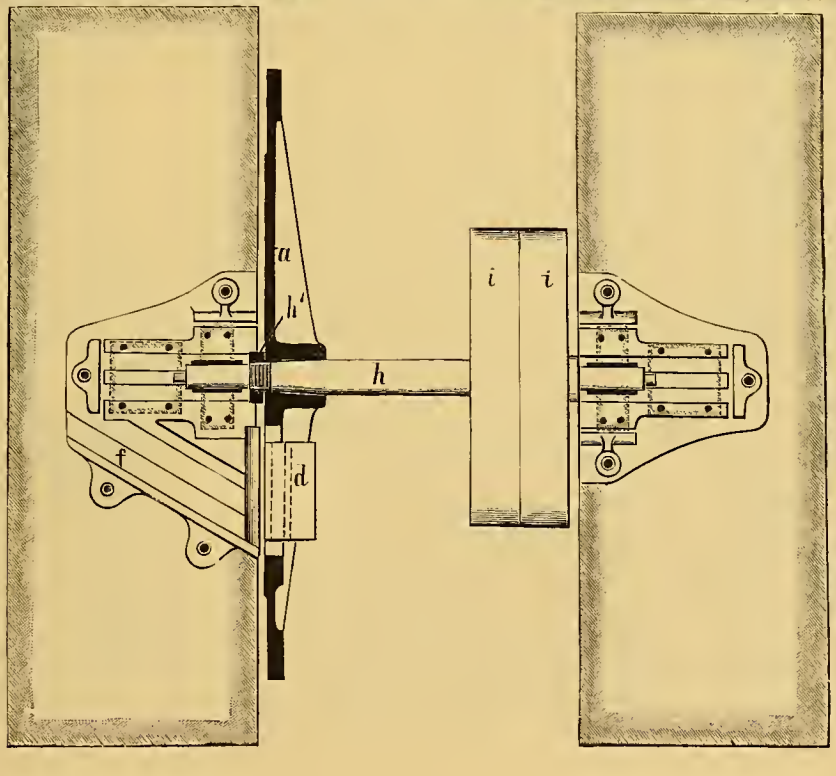



Fig. 1374.

Sattel oder Holzführungsbock $d$ und dem Messer $c$ erfolgt, ist durch die der Patentschrift Nr. 49293 entnommene Fig. 1377 dargestellt, wenn auch die ge-

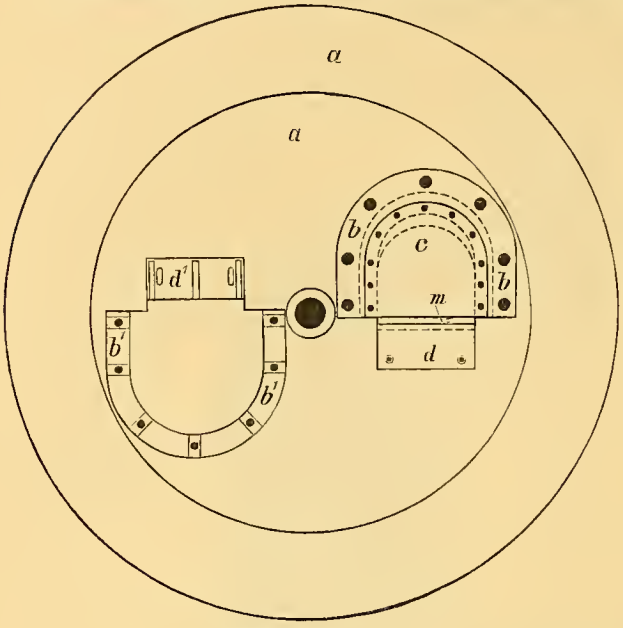



Fig. 1375.

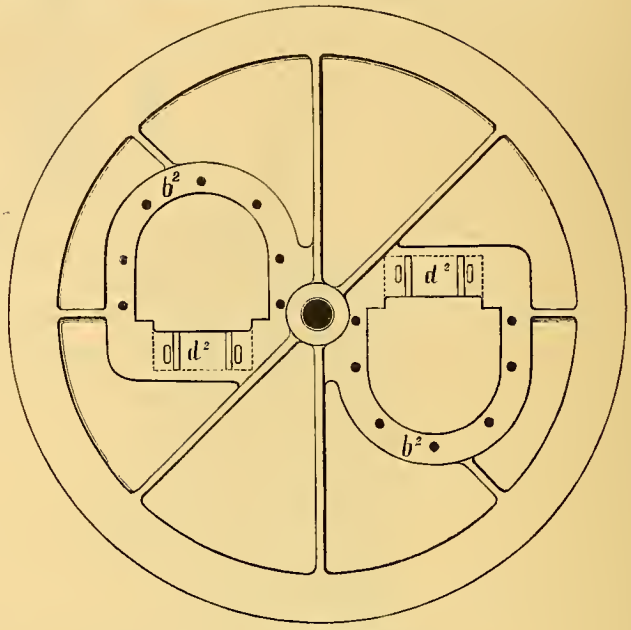



Fig. 1376.

zeichneten Theile seitdem erheblich verbessert sind. Der Abstand zwischen der waagerecht gestellten Schneide von Messer $c$ und dem Sattel $d$ lässt sich ausserdem durch Verstellen des Sattels verändern, so dass man damit und durch Verstellen des Messers mit den Ringen $r$ Holzscheiben von 10 bis 50 und sogar 80 mm Dicke erzielen kann.

Das Messer $c$ ist in Fig. 1378 in Ansicht, in Fig. 1380 im Schnitt nach $x$-$y$ und in Fig. 1379 in senkrechtem Schnitt durch die Mitte in 1:10 der wahren Grösse besonders dargestellt. Die Schneide des Messers erstreckt sich von $c^1$ bis $c^2$ in Fig. 1380. Der im Messer $c$ sitzende Theil $c^3$ der 11 Befestigungsbolzen hat einen quadratischen Theil, damit die Bolzen sich beim Anziehen der Mutter nicht mit drehen können.

Da das Holz beim Schneiden zwischen der Schneide von $c$ und der Kante des Sattels $d$ geklemmt wird, so muss letzterer vor allem gut befestigt sein. In Fig. 1375 zeigt $d^1$ die Auflagefläche des Sattels $d$ auf der Schneideseite und $d^2$ in Fig. 1376 auf der Rückseite. Damit die Kante leicht scharf gehalten werden kann, wird der Sattel jetzt, wie in Figg. 1381 und 1382 in 1:5 der wahren Grösse gezeigt, mit einem auswechselbaren Winkeleisen $d^3$ versehen. Wenn der

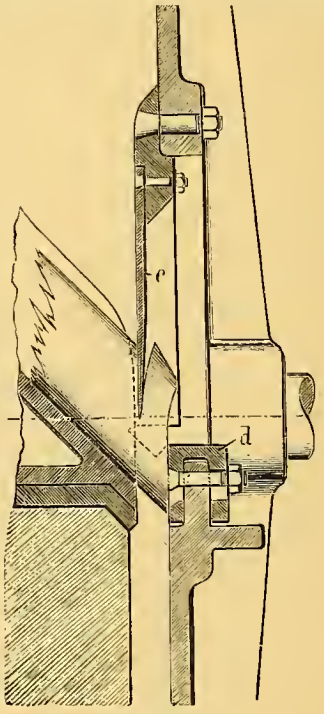



Fig. 1377.

Sattel $d$ verstellt wird, muss man die bei $d^4$ etwa entstehende Lücke mit hartem Buchenholz ausfüllen.

Fig. 1378. Fig. 1379.

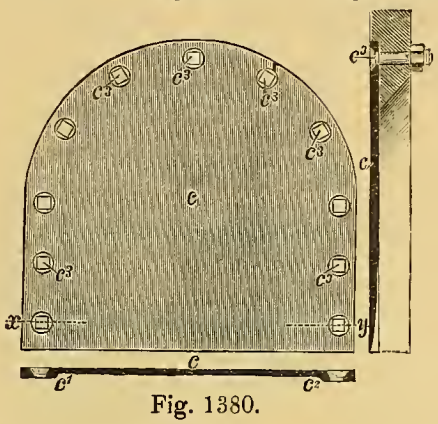



Fig. 1380.

Bei älteren Maschinen dieser Art steht der Zuführtrog $f$ wohl auch schräg zur Schneideplatte wie in Fig. 1373, aber nicht gleichzeitig schräg zur Messerwelle wie in Fig. 1374, d. h. doppelt schräg. Durch diese doppelt schräge Zuführung wird das Schneiden bedeutend erleichtert, und dieselbe ist desshalb auch allgemein angenommen worden. Die in Figur 1373 nur angedeuteten Tragrippen $g$ des Troges $f$ sind aus besonderer Darstellung Fig. 1383 deutlicher, in Fig. 1384 punktirt ersichtlich. Trog $f$ ist zur Aufnahme von Hölzern bis 30 mm Stärke bestimmt, kann aber auch weit genug für 50 mm genommen werden. Je mehr man die abgeschnittenen Holzscheiben in zertrümmertem

Fig. 1381.

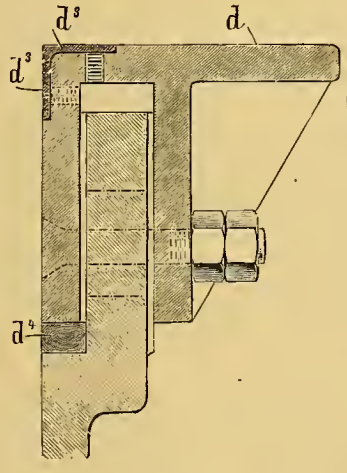



Fig. 1382.

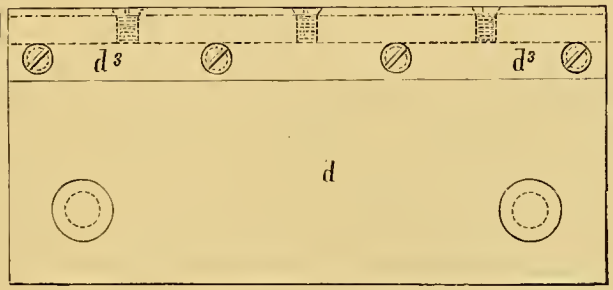
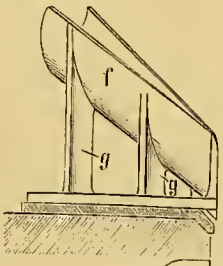



Fig. 1383.




Zustand zu erhalten wünscht, desto gerader muss man das Holz zuführen, desto grösser den vom Trog $f$ mit der senkrechten Schneidefläche gebildeten Winkel nehmen. Werden also aufgebrochene Scheiben gewünscht, so erhält dieser Winkel nicht 45° wie in Fig. 1383, sondern 60°. Die Maschine soll auch möglichst ruhig, ähnlich wie die in Figg. 1368 bis 1370 dargestellte Guillotine schneiden, also nicht mit möglichst grosser Geschwindigkeit hacken, wie die von älterer Bauart.

Welle $h$ mit der Messerscheibe und den Riemscheiben kann um so viel verschoben werden, als nöthig ist, um die Messerschneiden bei Verstellung der Messer $c$ stets möglichst dicht an die gehobelte Kante des Zuführungsbocks zu rücken. In der Regel beträgt die Entfernung etwa 2 mm. Die Einrichtung $S$ (Fig. 1373), mit welcher

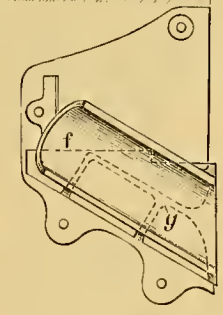



Fig. 1384.

diese Verstellung bewirkt wird, ist in Fig. 1385 in 1:5 der wahren Grösse besonders dargestellt. Jedes Ende der Welle $h$ ist mit einem kegelförmig eingesetzten Dorn $t$ versehen, welcher sich bei darauf geübtem Druck

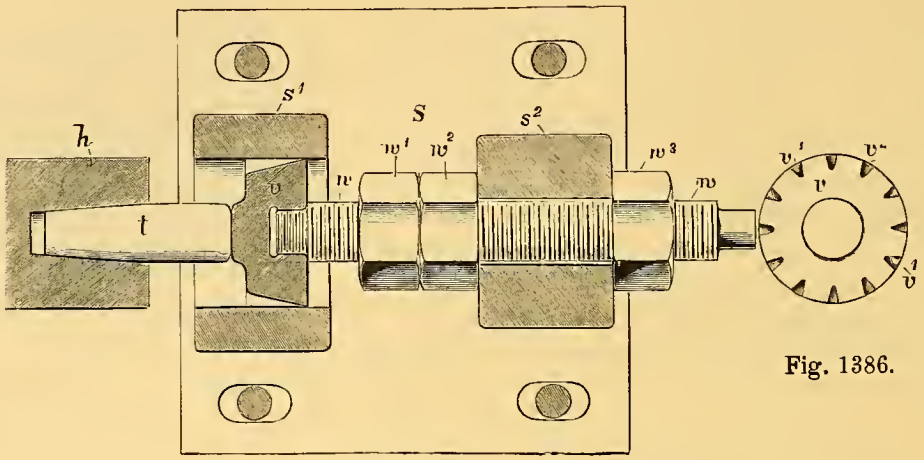



Fig. 1385.



Fig. 1386.

immer mehr in der Welle befestigt. Gegen den Dorn $t$ wird von dem Schraubenbolzen $w$ ein Zapfen $v$ gepresst, dessen Aufriss-Ansicht in Fig. 1386 gegeben ist. Derselbe ist danach cylindrisch und kann in dem Lagerbock $s^1$, welcher ihm als Gehäuse dient, gleiten, ist aber ringsum mit Einschnitten oder Riefen $v^1$ verversehen, durch welche der Reibungsfläche zwischen dem stillstehenden Zapfen $v$ und dem sich drehenden Dorn $t$ Oel zugeführt wird. Die Verschiebung des Zapfens $v$ wird mit dem Schraubenbolzen $w$ und den Muttern $w^1$, $w^2$, $w^3$ bewirkt, welche den Lagerbock $s^2$ fest einklammern.

Die Messer liegen möglichst nahe am Mittelpunkt, um ruhiges Schneiden zu sichern, und je langsamer die Maschine läuft, desto weniger leicht werden die Holzscheiben beim Herausfliegen von der Messerscheibe zertrümmert. Ueberhaupt soll Alles so geordnet werden, dass die Holzscheiben möglichst mit gelockerten Aesten, in sich geborsten, aber doch zusammenhängend herauskommen. Die meisten Fabrikanten lassen die Maschine mit 100 bis 150 Umdrehungen in der Minute, besonders mit 150 laufen. Bei letzterer Geschwindigkeit und mit Einsatz von nur einem Messer kann man je nach der Dicke der Scheiben folgende Holzmengen in einer Stunde verarbeiten.

| Dicke der abgeschnittenen Holzscheiben | Bei 200mm durchschnittlicher Dicke der eingelegten Hölzer | Bei 300mm durchschnittlicher Dicke der eingelegten Hölzer |
|---|---|---|
| 10 mm stündlich | 4 Rm Holz | höchstens 6 Rm |
| 15 „ „ | 6 „ „ | „ 9 „ |
| 20 „ „ | 8 „ „ | „ 12 „ |
| 25 „ „ | 10 „ „ | „ 15 „ |
| 30 „ „ | 12 „ „ | „ 18 „ |

Mit Einsatz von 2 Messern erhält man die doppelte Leistung. Bei Angabe der Dicke der Holzscheiben, welche die in Fig 1387 dargestellte Form haben, ist stets das kürzeste Maass gemeint.

Der Kraftbedarf hängt hauptsächlich von der Dicke der zu schneidenden Stämme und der Zahl der Schnitte ab. Ausserdem ist das Schneiden ein klein wenig schwieriger, wenn dicke Holzscheiben geschnitten werden. Herr Wigger brauchte mit der in seiner Fabrik aufgestellten Maschine mit einem Messereinsatz bei 130 Scheiben-Abschnitten in der Minute, von jeder Dicke bis 50 mm, und bei Zuführung von Hölzern bis 300 mm Durchmesser 5 bis 6 Pferdestärken.

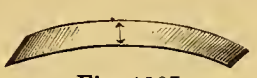


Fig. 1387.

Die in sich gebrochenen Holzscheiben fliegen durch die Oeffnung der Gussplatte *a* hinter dem Messer *c* in der Richtung des Pfeils *I* (Fig. 1373) um so schneller fort, je grösser die Geschwindigkeit der Platte *a* ist. Wenn sie dabei möglichst ganz bleiben sollen, so empfiehlt es sich, ein Polster *p* an der inneren Wand der hölzernen Haube *m* zu befestigen, welches sie in ihrem Fluge hemmt. Sie fallen, wie in Fig. 1373 gezeigt, auf das Fördertuch *q*, welches sie an ihren Bestimmungsort trägt. Nur die letzten Stücke, die Enden der zugeführten Rundhölzer, welche dünner als die zu schneidenden Scheiben sind, fallen vor der Messerscheibe in der Richtung des Pfeils *II* auf das kleine Fördertuch *l*. Hölzerne am Fundament und dem innern Holzkasten *n* angebrachte Abweiser *o* sorgen dafür, dass die von vorn oder hinten kommenden Scheiben auf das Tuch *q* und nicht daneben fallen.

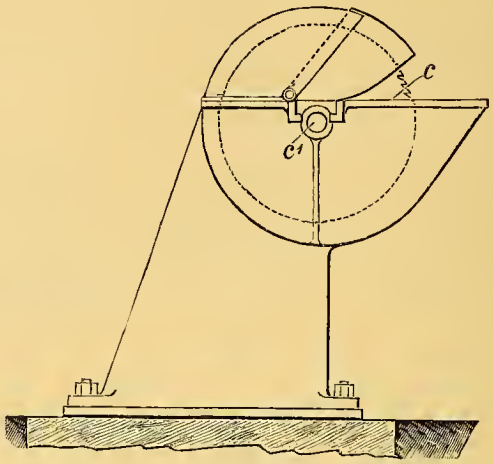
Diese Schneidemaschine hat durch ihren leichten glatten Schnitt, der Holz und Aeste nicht zersplittert, durch leichten Betrieb und grosse Leistung bei verhältnissmässig geringem Kraftaufwand grosse Verbreitung gefunden. Besonders beliebt ist sie auch dadurch geworden, dass das in den Trog gelegte Holz ohne Nachhilfe vorrückt, und dass es von den Messern gänzlich zerschnitten wird, also keine grösseren Enden zurücklässt, deren Zerkleinerung besondere Arbeit macht. Das letzte noch unzerschnittene Stück wird nämlich von dem nachfolgenden neu eingelegten Klotz so vorgedrängt, dass es unter die Messer gelangt, als gehöre es zu demselben. Ein Mann genügt infolgedessen auch zur Bedienung.

Von den 51 Maschinen dieser Art, welche Heinrich Wigger 1894 schon geliefert hatte, befinden sich 11 in den Ver. Staaten von Amerika.

**525. Reinigen des Holzes.** Bei der Herstellung des Zellstoffes ist es von Wichtigkeit, dass alle faulen, dunklen, ästigen Theile möglichst aus dem Holz entfernt werden, ehe dasselbe in den Kocher gelangt. Durch das Kochen und darauf folgende Zertheilen und Mahlen werden nämlich auch die dunklen, schlechten Theile so zerkleinert, dass sie sich nicht mehr von den guten Fasern trennen lassen und den Stoff dauernd verunreinigen. Die Aeste sind beispielsweise härter und dunkler als Stammholz und liefern dunkle grobe Theile, die sich schwer bleichen lassen. Einige Käfer bohren Gänge ins harte Holz, legen darin ihre Brut und schwärzen durch ihre Aussonderungen die Wände dieser Wohnungen in so dauerhafter Weise, dass die Farbe bei nachherigem Kochen und Bleichen nicht verschwindet. Raupenfrass schadet dem Holz wenig, wenn dasselbe bald nachher geschlagen wird. Bei der Behandlung mit Natron sind die schlechten Bestandtheile zwar weniger schädlich als bei dem Sulfitverfahren, weil sie mehr verkocht und nachher auch eher weiss werden, aber auch dafür ist deren Entfernung sehr erwünscht.

Nachdem das Holz mit der Seite 1249 beschriebenen Blocksäge in Längen von etwa 60 cm geschnitten ist, wird es von Hand oder mit einer Maschine von der Seiten 1246 bis 1249 beschriebenen Art entrindet — falls dies nicht schon im Walde geschehen ist. Bei krumm gewachsenen und mit Vertiefungen behafteten Hölzern bleibt, besonders beim Schälen mit Maschinen, noch an vielen Stellen Rinde sitzen, und da auch der unter der Rinde befindliche weisse Bast entfernt werden soll, so muss man die Klötze mit dem Beil oder Schnitzmesser auf einer gewöhnlichen Schnitzbank nachputzen. In einigen grossen Fabriken werden die stärkeren Hölzer dann mit einer Maschine von der Seite 1251 beschriebenen Art gespalten, damit man die im Innern sitzenden Aeste und unreinen Stellen genau sehen und beseitigen kann. Die Aeste werden mit Bohrmaschinen von der Seite 1251 beschriebenen Art ausgebohrt und die schlechten Stellen ausgehackt oder ausgefräst. Letzteres geschieht durch Anhalten dieser Stellen gegen rasch umlaufende Fräser.

Fig. 1388.



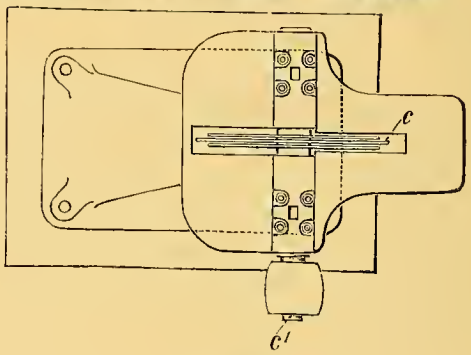




Fig. 1389.

Dr. Kellner benutzte dazu den in Figg. 1388 und 1389 dargestellten Fräser, der aus drei auf eine Welle $c^1$ gekeilten Sägeblättern $c$ oder aus einem nach Fig. 1390 verschränktem Sägeblatt $c^2$ besteht.

Neuerdings werden die Fräser meist an die Wand geschraubt, nach Art

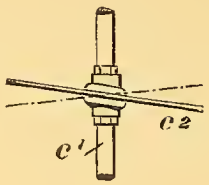



Fig. 1390.

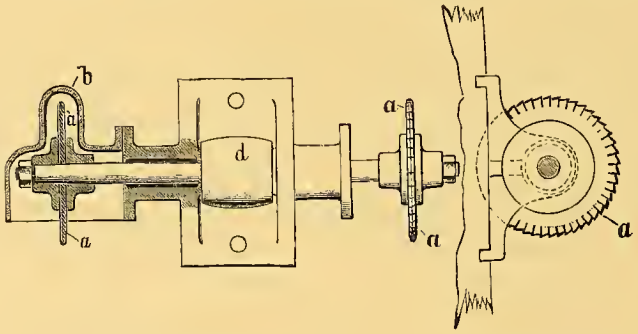



Fig. 1391.

Fig. 1392.

des durch Figg. 1391 und 1392 in 1 : 10 der wahren Grösse dargestellten von Heinrich Wigger in Unna, Westfalen.

Die Verzahnung der auf gemeinsamer Welle sitzenden Fräser *aa* ist aus Fig. 1392 ersichtlich; *b* ist eine der jeden Fräser bedeckenden Schutzhauben, die nur den arbeitenden Theil freilassen. Die in der Mitte zwischen beiden Fräsern sitzende Riemscheibe *d* macht 1000 und mehr Umdrehungen in der Minute. Das Holz wird so gegen den freiliegenden Theil eines Fräsers gehalten, dass derselbe schlechte Stellen, Aeste u. dergl. herausschneidet.

**526. Sortiren des Holzes.** Dr. Karl Kellner begnügte sich nicht mit der Zertheilung des Holzes in Scheiben, sondern liess diese wie Lee (Seite 1393) noch durch eine nach Art der Kaffeemühle gebaute Einrichtung gehen, von der

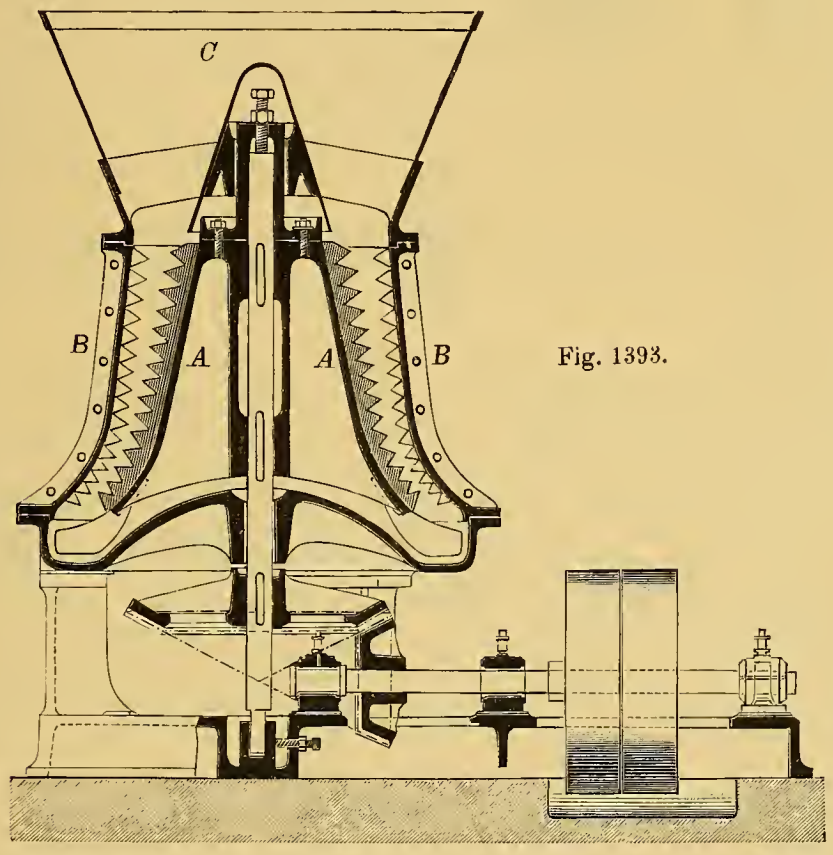



Fig. 1393.

Fig. 1393 einen Aufriss-Durchschnitt giebt. Das durch den Trichter *C* eingeworfene Holz wird zwischen den Spitzen des kreisenden Kernstücks *A* und denen des feststehenden Mantels *B* so zerkleinert, dass die Aeste mit den sie umgebenden Zellen als grosse Stücke übrigbleiben.

In Fig. 1394 ist die Mühle in Verbindung mit einem Schüttler dargestellt. Die auf dem Zuführtuch *a* ankommenden Holzstücke fallen in den Trichter *C* und dann, in kleine Stückchen zerbrochen, auf das obere Sieb *g*. Die Aeste, welche durch dessen weite Oeffnungen nicht gehen, fallen am Ende in den Korb *f*. Die

genügend zerkleinerten Stücke fallen durch die Löcher auf das untere Sieb *h* und von diesem auf das Fördertuch *i*, welches sie zu den Kochern bringt. Staub und kleine Verunreinigungen fallen durch die kleinen Löcher des unteren Siebes *h*. Beide Siebe hängen an einem Ende in Stangen *b* und erhalten am andern Ende von Schlagrädchen *d* schüttelnde Bewegung.

Das so in gleichmässigen Blättchen von beiläufig 25 bis 30 mm Länge, 6 bis 7 mm Dicke und 25 mm Breite zerkleinerte Holz wird mit Becherwerken oder Ventilatoren in Trichter gefördert, welche über den Kochern angebracht sind. Ein solcher Trichter fasst den Inhalt eines Kochers, und es genügt, den am Boden befindlichen Schieber zu öffnen, um beispielsweise einen Kocher von 98 cbm Inhalt in 10 Minuten mit Holz zu füllen. Das Füllen wird ein oder mehrere Male unterbrochen, um einem Arbeiter Zeit zu geben, das Holz im Kocher zu packen und festzutreten.

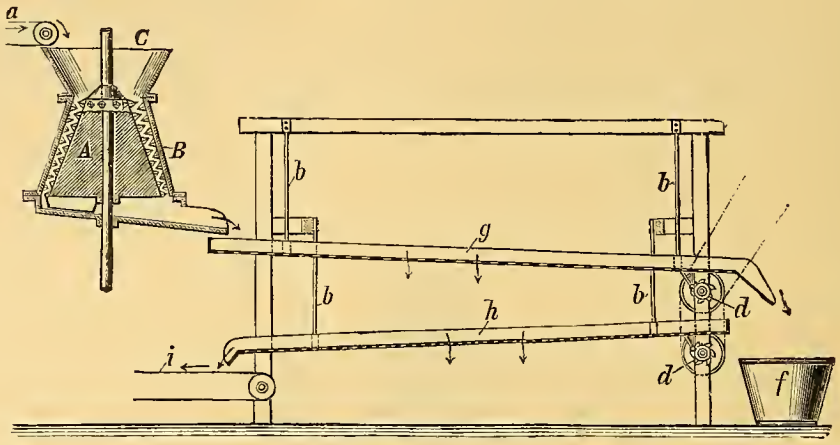



Fig. 1394.

In manchen Fabriken wurde das in kleine Stückchen zerbrochene Holz, wie Seite 1429 erwähnt, von zahlreichen Arbeiterinnen auf Sortirtischen wie Lumpen von allen unreinen Beimischungen befreit. Die grossen Kosten solcher Arbeit, und die beim Bohren, besonders aber beim Fräsen entstehenden Holzverluste spornten zur Erfindung von Verfahren und Einrichtungen an, durch welche Beides möglichst vermieden oder vermindert werden könnte. Eine solche Einrichtung ist von der Eisengiesserei und Maschinenfabrik (vormals Goetjes und Schulze) in Bautzen i. S. in vielen Fabriken ausgeführt worden und in Fig. 1395 in 1 : 150 der wahren Grösse im Aufriss-Durchschnitt nach *ABCD* in Fig. 1396 dargestellt. Fig. 1396 giebt einen Grundriss des untern, Fig. 1397 des obern Stockwerks.

Das in langen Stämmen ankommende Holz wird auf der nach aussen reichenden Bahn $a^1$, Fig. 1396, der Pendelkreissäge *a* zugeschoben und in 1 m lange Stücke geschnitten, die man auf Schälmaschinen *b* von äusserlichem Schmutz und Rinde befreit. Stücke, welche grössern Durchmesser als 25 mm haben, werden auf der Spaltmaschine *c* der Länge nach in 2 oder mehr Scheite getheilt, ehe man sie wie die ungespaltenen von kleinerem Durchmesser der Hackmaschine *d* zuführt. Nach den an etwa 40 solcher Anlagen gesammelten Erfahrungen der Erbauer soll die Hackscheibe der Maschine *d* mindestens 2 m Durchmesser haben, mit 2 Messern versehen, sehr schwer sein und nicht mehr als 100 Umdrehungen in der Minute machen.

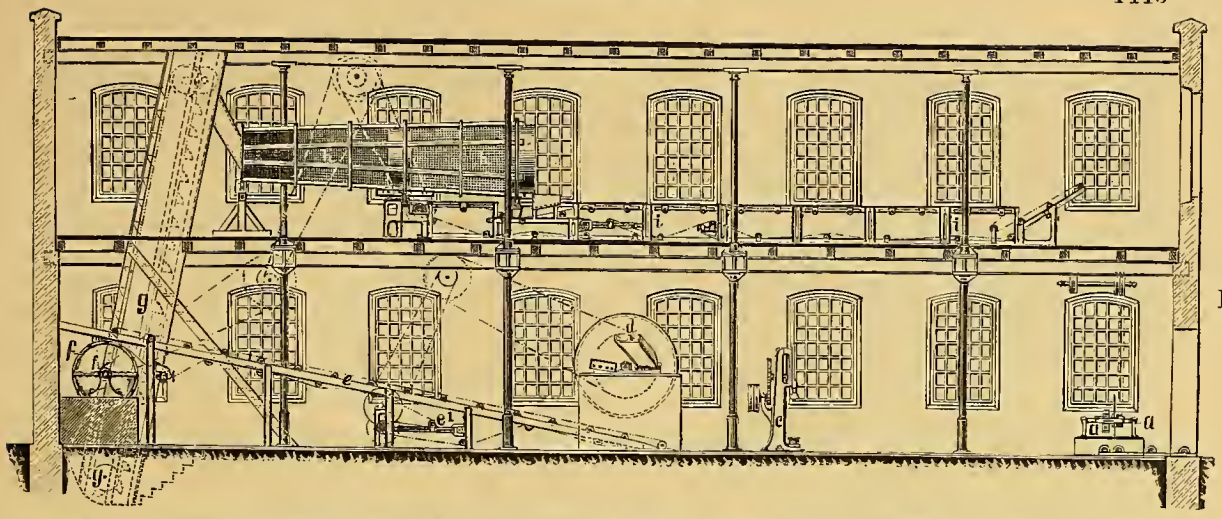



Fig. 1395.

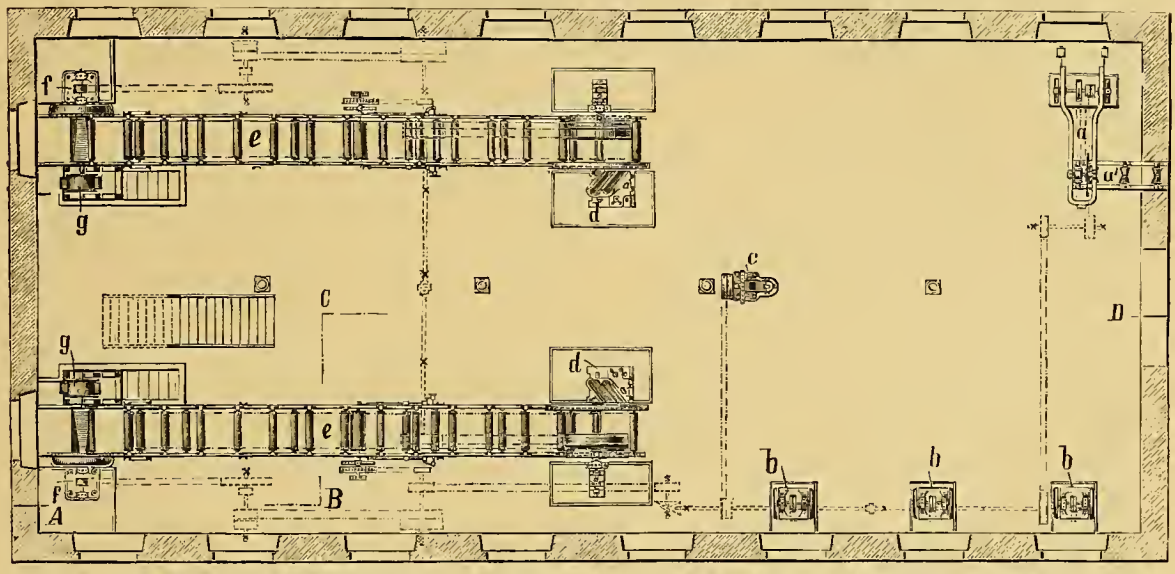



Fig. 1396.

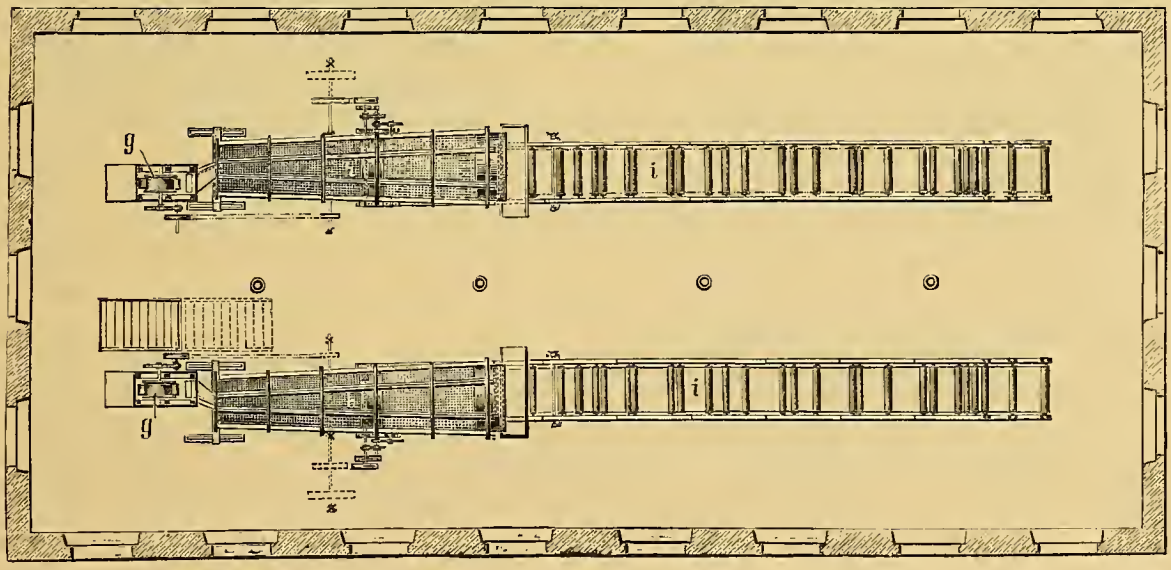



Fig. 1397.

Die vom Hacker *d* kommenden Scheiben fallen auf einen schräg ansteigenden in Fig. 1395 in strichpunktirten Linien angedeuteten Fördergurt *e*, welcher sie der Stiftenmühle *f* zuführt. Die Tragwalzen und Spann-Einrichtung $e^1$ sind in Figg. 1395 und 1396 deutlich dargestellt. Wenn stark astiges, rothfaules Holz verarbeitet wird, empfiehlt es sich, dass die schlechten Scheiben schon vor weiterer Verarbeitung herausgenommen werden, und dazu bietet die Förderung auf dem schräg ansteigenden Gurt *e* Gelegenheit. Wenn man längs demselben Arbeiterinnen aufstellt, so haben diese genug Zeit, um die schlechten Scheiben auszulesen. Wenn nur gutes gesundes Holz verarbeitet wird, ist die Sortirung an dieser Stelle entbehrlich.

Das Holz tritt durch einen Trichter in die Schleudermühle *f*, welche das gute Holz in kleine gleichmässige Stücke zerschlägt, die viel härteren Aeste aber ganz lässt. Der am Holz sitzende Staub und Schmutz wird so gelockert, dass er bei der nachfolgenden Sortirung leicht ausfällt. Aus dieser weiterhin genauer beschriebenen Schleudermühle Figg. 1398 u. 1399 fallen die Holzstücke in die Eimer eines Fördergurts oder Elevators *g*, welcher sie dem Holzstäuber *h* zuführt. Dieser besteht aus einer 6 bis 7 m langen Trommel, deren Durchmesser von 1,2 m beim Eintritt des Holzes auf 1,4 m bei dessen Austritt wächst und ihren Antrieb durch Tragrollen erhält. Der in Figg. 1400, 1401, 1402 besonders dargestellte Stäuber sondert durch das engere Sieb des ersten Theils Staub und Schmutz sowie feine Holztheilchen und Splitter nach aussen hin ab. Der zweite Theil ist mit so weitem Sieb oder Gitter versehen, dass nur die Aeste und ungeöffneten, also grösseren Stücke am andern offenen Ende herauskommen, während die guten Holzstücke durch das Sieb nach aussen fallen. Da die Sortirung auf diesem Wege zwar sehr erleichtert, aber doch nicht vollkommen ist, so fällt das durch das Sieb des zweiten Theils dringende Holz auf einen langen Nachsortirgurt *i* (Figg. 1395/7) aus gewebtem Segeltuch von 2,5 mm Dicke, von 8 bis 12 m Länge und 1 m Breite, der sich mit 10 bis 12 m in der Minute waagrecht fortbewegt. Dieser giebt den zu beiden Seiten aufgestellten Sortirerinnen Gelegenheit, die noch im Holz befindlichen mittleren und kleinen Aeste, welche zwar losgelöst aber noch nicht abgetrennt sind, herauszulesen. Die Zahl der erforderlichen Sortirerinnen hängt von der Güte und Menge des verarbeiteten Holzes und der gewünschten Reinheit des Zellstoffs ab, soll aber nach Angabe der Erbauer nicht über vier Arbeiterinnen auf jeden in einer Stunde verarbeiteten Raummeter Holz betragen. Da die beschriebene Einrichtung etwa 4 bis 5 Raummeter Holz in der Stunde verarbeitet, so erfordert sie ausser der Bedienung der Zerkleinerungs- bis Hackmaschinen 16 bis 20 Sortirerinnen. Gewöhnlich erhält der Gurt *i* am Ende noch einen ansteigenden Theil, welcher das sortirte Holz in Säcke laufen lässt, wenn es nicht durch ein anderes Fördermittel unmittelbar zu den Kochern gebracht wird. Unter der Voraussetzung, dass die Leitwalzen genau und gerade sind und die Spann- und Lenkvorrichtungen richtig arbeiten, sollen Segeltuchgurte an dieser Stelle 1,5 bis 2 Jahre aushalten.

Bei Fabrikation von Zellstoff durch Kochen mit Natron wird der Gurt *i* meist weggelassen, weil sich dadurch auch harte und schlechtere Holztheile lösen und in reinen Zellstoff verwandeln lassen, sodass die Aussortirung unnöthig ist.

Wenn die Verhältnisse es ermöglichen, alle Maschinen in einen Raum hintereinander zu stellen, wird der Fördergurt *g* entbehrlich. Zum Antrieb der in

Figg. 1395—97 dargestellten Holz-Zerkleinerung und Sortirung sind etwa 18 bis 20 Pferdestärken erforderlich.

Die Schleudermühle *f* ist in Figg. 1398 und 1399 in Schnitt und Ansicht im Aufriss in 1 : 40 der wahren Grösse dargestellt. Die auf der Welle *p* sitzende, von der Riemscheibe *q* in rasche Drehung versetzte Scheibe *r* ist mit runden Stiften *s* in zwei konzentrischen Reihen versehen, während die ebenso angeordneten fest-

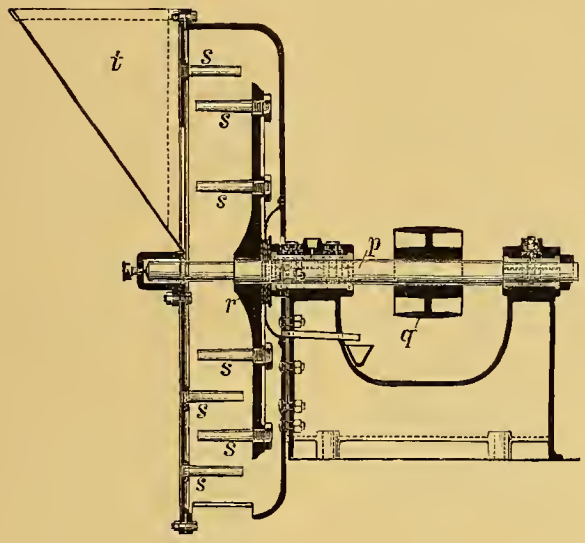


Fig. 1398.

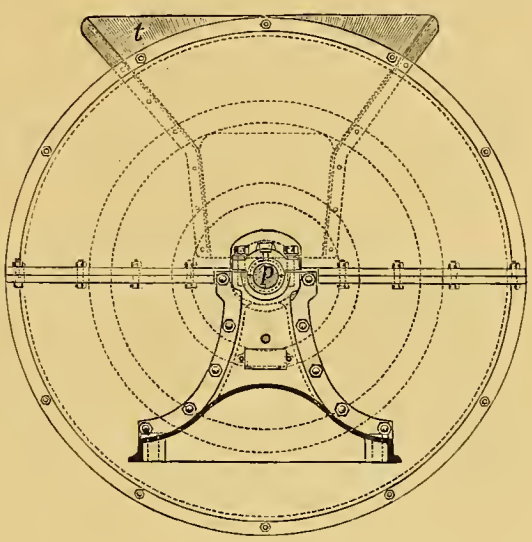


Fig. 1399.

stehenden Gegenstifte am Gehäuse sitzen. Das Holz fällt durch den Trichter *t* ein, wird von den Stiften umhergeschleudert und zwischen denselben in kleine gleichmässige Stückchen zerschlagen. Welle *p* macht je nach der Dicke der Holzscheiben 800 bis 1000 Umdrehungen in der Minute, und die Schleudermühle braucht etwa 2 Pferdestärken.

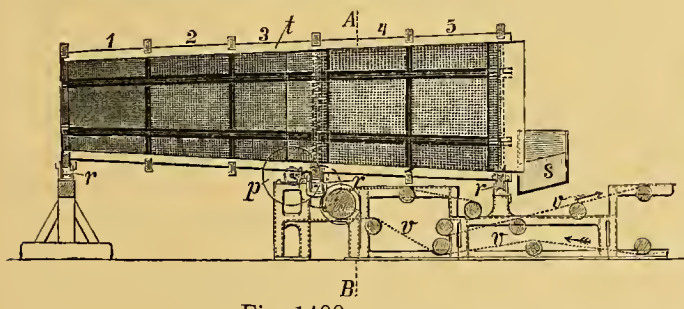


Fig. 1400.

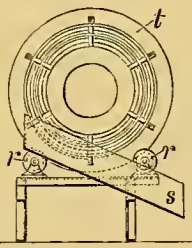


Fig. 1401.

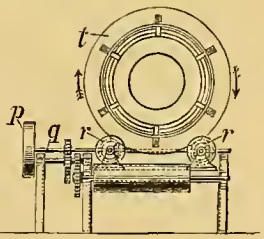


Fig. 1402.

Der Holzstäuber *h* ist in Fig. 1400 in Aufriss, in Fig. 1401 in Seitenansicht und in Fig. 1402 in Schnitt nach *A-B* in 1 : 40 der wahren Grösse dargestellt. Die Trommel *t* macht 10 bis 14 Umdrehungen in der Minute und wird getragen und gedreht von Rollen *r*, die ihre Bewegung durch Kegelräder von der Riemscheibe *p* und Welle *q* erhalten. Die Trommel *t* besteht aus 5 Holzringen mit warm aufgezogenen schmiedeisernen Ringen, und sechs darauf

geschraubten Längslatten. In die so gebildeten Felder werden von innen Siebe gesetzt, deren Maschen in den vorderen Abtheilungen *1, 2, 3* eine Weite von 4 bis 6 und 8 mm haben, sodass Schmutz, Asttheile und feine schwarze Aeste durchfallen können. In den Abtheilungen *4* und *5* sind die Siebmaschen oder Schlitze so weit, dass nur Holzstücke durchfallen, Aeste und ungeöffnete Stücke aber am weiten Trommel-Ende durch den Trog *s* herausfallen. Die Weite richtet sich nach der Grösse der zugeführten Holzscheiben und der gewünschten Holzstücke und ist durch Erfahrung ermittelt. Anstatt Siebe werden hier auch Eisenstäbe von 12 mm Quadrat in der Längsrichtung in angemessenem Abstand eingelegt. Direktor Kletzl in Gratwein bei Graz hat ein österreichisches Privilegium vom 30. August 1893 auf Anwendung »längsmaschiger Siebe« von der in Fig. 1403 dargestellten Art an dieser Stelle. Das Sieb *a* besteht aus parallelen Drähten, und die Wirkung der langen Maschen *b* wird vom Erfinder mit folgenden Worten erklärt:

Da nur das astfreie Holz infolge seiner geradlinigen Spaltbarkeit bei der Zerkleinerung parallelopipedische Stückchen liefert, während Holzstückchen, die einen Ast oder einen Theil eines solchen enthalten, unregelmässig geformt sind, können erstere durch ein Sieb, das aus parallel laufenden Drähten in entsprechender Entfernung gebildet ist, von den letztern getrennt werden. Während die reinen Holzstückchen diese Schlitze mit Leichtigkeit passiren, werden die unregelmässigen, verdrehten und ausgebauchten Stückchen, ferner solche, die durch einen Ast zusammengehalten werden oder der Zerkleinerung entgangen sind, von dem Siebe zurückgehalten und selbstthätig entfernt.

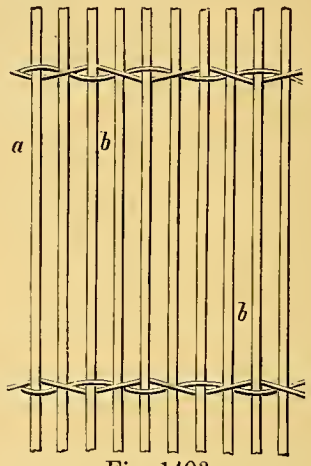


Fig. 1403.

Nur die mittleren Tragrollen *r* werden von der Riemscheibe *p* angetrieben, die an den Enden dagegen von der Trommel mitgenommen.

Aus Figg. 1400 und 1402 ist ersichtlich, dass die Mitte des Sortirgurts *v* nicht senkrecht unter der Trommel-Achse liegt, sondern nach einer Seite verschoben ist. Diese Verschiebung erfolgt nach der Seite hin, wo die Trommel sich von unten nach oben dreht, also wie in Fig. 1402 in der Richtung der Pfeile. Nach dieser Seite hin werden nämlich die Holzstücke von der Trommel mitgenommen und sammeln sich dort mehr an als auf der niedergehenden Seite. Die Verschiebung ist auf Grund von Erfahrung so bemessen, dass alle durch die Trommelsiebe fallenden Stücke von dem Gurt *v* aufgenommen werden.

**527. Schweflige Säure, Schwefel und Kies.** Die Säure, welche die Umwandlung des Holzes in Zellstoff bewirkt, besteht aus einem Theil Schwefel und zwei Theilen Sauerstoff $SO_2$. Sie wird in wasserfreiem Zustand von den Chemikern auch Schwefligsäureanhydrid oder Schwefeldioxyd genannt, enthält nach Gewicht gleich viel Schwefel und Sauerstoff, ist ein farbloses Gas von erstickendem Geruch, welches weder brennt noch die Verbrennung unterhält.

Bei 0° Temperatur und einem Atmosphärendruck von 760 mm Quecksilber wiegt

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Liter | trockne atmosphärische Luft | 1,2932 | gramm |
| 1 | „ | Sauerstoff . . . . . | 1,4298 | „ |
| 1 | „ | Stickstoff . . . . . | 1,2562 | „ |
| 1 | „ | Schweflige Säure . . . . | 2,8731 | „ |
| 1 | „ | Wasserdampf . . . . . | 0,8043 | „ |

Wird das spezifische Gewicht der Luft als 1 angenommen, so ist das der Schwefligsäure 2,21126, woraus hervorgeht, dass sie in der Luft zur Erde sinken muss. Bei 20° C. lässt sie sich zu einer farblosen Flüssigkeit verdichten. Ihre Dampfspannung ist:

| | | | |
|---|---|---|---|
| bei | 0° | = 0,53 | Atmosphären Ueberdruck |
| „ | 10° | = 1,26 | „ „ |
| „ | 20° | = 2,24 | „ „ |
| „ | 30° | = 3,51 | „ „ |
| „ | 40° | = 5,51 | „ „ |

Sie entsteht wenn Schwefel verbrennt und sich hierbei mit Sauerstoff aus der Luft verbindet. Bei der Fabrikation von Schwefelsäure wird zuerst schweflige Säure $SO_2$ hergestellt und diese durch höhere Oxydation d. h. durch Zuführung von Sauerstoff und Wasser in Bleikammern in Schwefelsäure-Hydrat $H_2 SO_4$ umgewandelt.

Die ältere Schwefelsäure- und Soda-Fabrikation konnte daher der jungen Zellstoff-Fabrikation für die Erzeugung von Schwefligsäure als Vorbild dienen. Erstere ist sehr ausführlich in Prof. Dr. Lunge's Handbuch der Soda-Industrie behandelt, dem Verfasser Manches entnommen hat.

Die Verbindung $SO_2$ ist, obwohl sie allgemein so genannt wird, gar keine Säure im chemischen Sinne, sondern könnte es erst durch Aufnahme von einem Theil Wasser und durch Verflüssigung werden. Die Verbindung $SO_3 H_2$, welche diese Bedingung erfüllen könnte, lässt sich jedoch nicht für sich darstellen, denn das Schwefeldioxyd $SO_2$ geht nur mit viel mehr Wasser (9,11 oder 15 $H_2$ O auf $SO_2$) eine feste Verbindung ein, über die jedoch noch nichts Bestimmtes bekannt ist. Dagegen löst sich die Schwefligsäure $SO_2$ so leicht in Wasser, dass dieses bei 0,76 m Druck und 0° beinahe 80 Maass (Volumen) $SO_2$ aufnehmen kann.

Gesättigtes Wasser enthält bei

| | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0° | 68,861 | Maasstheile | gasförmige | $SO_2$ | und | hat | ein | Volumgewicht | von | 1,06091 |
| 10° | 51,383 | „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 1,05472 |
| 20° | 36,206 | „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | „ | 1,02386 |

Das aufgelöste Gas entweicht beim Gefrieren nicht und beim Kochen erst nach längerer Zeit vollständig. Hieraus geht schon hervor, dass die Lösung von Schwefligsäure-Gas ziemlich beständig ist und sich zu fabrikmässiger Verwendung eignet.

Zu seiner Erzeugung werden sowohl die natürlich vorkommenden und die aus Sodafabrik-Abfällen gewonnenen Schwefel, als auch schwefelhaltige Kiese oder Pyrite benutzt.

Von den natürlichen Schwefel-Lagern sind die in der Nähe des Aetna auf Sicilien vorkommenden weitaus die wichtigsten. Im Jahre 1889 wurden von dort 362 012 Tonnen ausgeführt. Er kommt in drei Sorten in den Handel, deren erste aus grossen bernsteingelben Stücken besteht, die zweite ist weniger glänzend, aber auch noch schön, die dritte hat keine reine gelbe Farbe, und bei beiden letzten Sorten befindet sich viel Pulver. Dieser Schwefel ist sehr rein, hat selten mehr als 2, häufig nur $^1/_2$, die dritte Sorte ausnahmsweise bis 4 Prozent Asche und wird durch Wägung des Verbrennungs-Rückstandes auf seine Reinheit geprüft.

Der Schwefelvorrath Siciliens wird auf zehn bis zwanzig Millionen Tonnen geschätzt. Kleinere Lager kommen in vielen Ländern vor, grössere auf Island, in den Vereinigten Staaten von Amerika, besonders in Utah und im Staat Louisiana, wo eine Schicht von 50 bis 72 m Triebsand darüber liegt, deren Beseitigung neuerdings (1895) mit Erfolg versucht sein soll. Ferner in den vulkanischen Gegenden Mexikos, Japans usw.

Seit Ende der 80er Jahre ist eine neue Schwefelquelle in den Abfällen der Leblanc-Sodafabrikation aufgetaucht. Nach langjährigen Versuchen ist es endlich durch das Chance'sche Verfahren gelungen, aus dem bisher lästigen und auf die Halde geschütteten Schwefelcalcium den Schwefel mit Hilfe der Kohlensäure aus den Verbrennungsgasen so zu gewinnen, dass er eine verkäufliche Waare bildet. Viele Sodafabriken haben dasselbe eingeführt, und der wiedergewonnene oder Soda-Schwefel bildet bereits einen Handelsartikel. Im Jahre 1892 sollen schon etwa 30 000 Tonnen verkauft worden sein. Sein Einfluss wäre viel bemerkbarer, wenn der Verkauf von der United Alkali Co., welcher die meisten britischen Soda-Fabriken angehören, nicht so geleitet würde, dass der Preis keinen Niedergang erfährt. Der Schwefel ist sehr rein und kann mit den besten Sorten in Wettbewerb treten. Welchen Einfluss derselbe auf den Markt üben wird, hängt davon ab, wie viele Fabriken das Verfahren einführen werden, und ob die Leblanc'sche Soda-Fabrikation dem immer drückender werdenden Wettbewerb der Ammoniak-Soda und des auf elektrischem Wege gewonnenen Natrons auf die Dauer standhalten kann. Einstweilen ist jedenfalls hierdurch eine Quelle von Rohschwefel geschaffen, die allzu grosse Preis-Steigerung voraussichtlich verhindern wird.

Schwefel S hat ein Atomgewicht von 32 (Sauerstoff O=16) und ein specifisches Gewicht von 2,07. Er schmilzt bei 111,5 ° zu einer dünnen hellgelben Flüssigkeit, welche bei weiterem Erhitzen, von 150 ° an, dunkler und dickflüssiger, bei 250 bis 260 ° fast schwarz und so zähe wird, dass sie beim Umkehren des Gefässes nicht ausläuft, bei 330 bis 340 ° bleibt sie dunkelfarbig, wird dann wieder dünnflüssig, geräth bei 448 ° ins Kochen und bildet braunrothen Dampf, sublimirt aber schon bei niedrigerer Temperatur. An der Luft erhitzt, entzündet sich Schwefel bei 250 °. Durch Erhitzen bis gegen 250 ° entsteht somit keine Schwefligsäure, wenn nicht durch Anzünden die Verbrennung eingeleitet ist.

Schwefelkies, Kies oder Pyrit sind die Bezeichnungen, unter denen schwefelhaltige Erze im Handel vorkommen. Unter Schwefelkies versteht man zwar theoretisch reines Doppeltschwefeleisen $Fe S_2$, doch kommt er niemals in dieser Reinheit vor, sondern enthält stets noch Theile der Gangart, in der er lag, sowie andere Schwefelverbindungen usw. Das Atomgewicht von Fe Eisen 56, $S_2$ Schwefel 32 ist $56 + 2 \times 32 = 120$ und davon entfallen auf Eisen 46,67, auf Schwefel 53,33 Prozent.

Dieser äusserste theoretische Gehalt wird jedoch niemals erreicht, sondern der Schwefelgehalt der Kiese bewegt sich zwischen 40 und 50 Prozent. Man verstand zu Anfang ihrer Verwendung in den Schwefelsäure-Fabriken deren Verarbeitung nicht, zahlreiche Patente wurden dafür genommen, bis man endlich 1830 — 1835 dieselben auf geeigneten Rosten von oben entzündete, während man vorher stets die Entzündung von unten versucht und dem Kies Kohle beigemischt hatte, um sie zu ermöglichen. Durch letztere wurde die Entzündung nicht gefördert und den Verbrennungsgasen viel schädliche Kohlensäure beigemischt. Der sicilianische Schwefel

hätte jedoch wahrscheinlich noch lange den Markt beherrscht, wenn die Neapolitanische Regierung nicht 1838 einem Marseiller Hause ein Monopol auf die Schwefelausfuhr gegeben und dieses den Preis von 100 auf 280 M. gesetzt hätte. Obwohl dieses Monopol nicht lange währte, hatte es doch einen kräftigen Anstoss zur Verwendung von Kies gegeben, sodass der Schwefel wenige Jahre später in beinahe allen Schwefelsäure-Fabriken von Kies verdrängt war.

Nur wenn ganz arsenfreie Schwefelsäure verlangt wird, oder wenn dieselbe zum Bleichen von Baumwolle benutzt werden soll, oder in kleinen Schwefelsäure-Fabriken kommen noch Schwefelöfen in Anwendung.

Das bedeutendste Kieslager Deutschlands befindet sich in Meggen in Westfalen, $^3/_4$ Stunden von Altenhundem an der Ruhr-Sieg-Bahn. Der Kies ist grau und unscheinbar, brennt aber gut in den Oefen, und eine Durchschnittsprobe einer Schiffsladung aus Grube Sicilia ergab 1864 folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Schwefel | 45,60 Prozent |
| Eisen | 38,52 „ |
| Blei | 0,64 „ |
| Zink | 6,00 „ |
| Kalk | 0,11 „ |
| Unlösliche kieselige Stoffe | 8,70 „ |
| Sauerstoff (als $F_2 O_3$) | 0,37 „ |
| Feuchtigkeit | 0,36 „ |
| Thallium, Kobalt, Arsenik | Spuren |
| | 100,30 Prozent. |

Neuerdings sollen die Meggener Kiese jedoch nicht mehr so reich an Schwefel ausfallen, sondern nur etwa 41 bis 42 Prozent enthalten. Da das Lager zu Schwelm seit mehreren Jahren erschöpft ist, so liefert die Grube Sicilia den grössten Theil des in Deutschland geförderten Kieses, in den letzten Jahren zwischen 70 und 75 000 Tonnen jährlich.

Bis jetzt stand einer viel stärkeren Verwendung der Meggener Kiese ihr grosser Zinkgehalt im Wege, da derselbe die Verwerthung der Abbrände als Eisenerz hinderte. Man sollte diese Abbrände nicht auf durchlässigem Boden lagern, weil der Regen das darin entstehende Zink- und Eisenvitriol ausspült, in die Erde und das Unterwasser bringt und beide auf weithin vergiftet. Ein Papierfabrikant, der desshalb verklagt wurde, musste die abgebrannten Kiese von ihrer Lagerstätte wegschaffen und in einen verlassenen Kalk-Steinbruch stürzen, wo sie keinen Schaden anrichten konnten.

Nachdem die Gewerkschaft Sicilia etwa 260 000 M. für Versuche ausgegeben hat, glaubt sie jetzt den richtigen Weg zur Verwerthung der Abbrände gefunden zu haben. Sie hat 1894 zunächst in Duisburg a. Rhein ein auf Verarbeitung von täglich drei bis vier Doppelwagen berechnetes Werk errichtet, wo den Abbränden auf elektro-chemischem Wege das Zink entzogen und rein gewonnen wird, sodass dieselben sich dann als Eisenerz verhütten lassen. Wenn sich diese Anlage im Grossbetrieb bewährt, soll sie bedeutend vergrössert und ebenso an anderen Orten ausgeführt werden.

Das bedeutendste Kieslager Frankreichs liegt im Gebiet der Rhone zu Chessy und Sain Bel und hat im Jahre 1874 von den 178 400 Tonnen, welche

das Land verbrauchte, 120 000 ergeben. Andere kleinere Gruben lieferten den Rest. Der Schwefelgehalt wechselt nach den von Lunge mitgetheilten Analysen von 42 bis 53 Prozent.

Schwedischer Pyrit von Fahlun enthält 43 bis 48 Prozent Schwefel; Norwegen hat in der Gegend von Drontheim viele Gruben, welche Pyrite von 38 bis 50 Procent Schwefelgehalt liefern.

Spanien und Portugal besitzen in der Nähe ihrer Südküsten, westlich von Sevilla, nahe der Grenze beider Länder, die grössten Lager von Pyrit, der sehr gut brennt und durch seinen Kupfergehalt besonderen Werth hat. Mehrere Gesellschaften beuten dieselben aus, und die grösste derselben, die Rio Tinto-Gesellschaft, verschifft viel nach den europäischen Häfen. Die Kiese enthalten 46 bis 50 Prozent Schwefel und ausserdem 3 bis $4^1/_2$ Prozent Kupfer. Sie werden den Fabriken nicht eigentlich verkauft, sondern nur zum Ausbrennen des Schwefels überlassen, da diese die Abbrände oder ausgebrannten Kiese an bestimmte Werke, z. B. in Deutschland an die Hamburger und Duisburger Kupferhütte, zurückgeben müssen. Letztere gewinnen aus denselben Kupfer, Silber, Gold und verwerthen den Rest als Eisenerz. Aus der Nothwendigkeit der Verschiffung der Kiese von der See ins Innere und der Abbrände von der Fabrik nach einer der an grossen Flüssen liegenden Kupferhütten geht hervor, dass die Benutzung dieser Kiese nur für solche Anlagen vortheilhaft sein kann, die nicht allzu weit von den grossen Wasserstrassen entfernt sind. Im Jahr 1880 betrug die Förderung in Spanien und Portugal zwei Millionen Tonnen Pyrite, wovon eine Million auf die Rio Tinto Grube entfallen.

In den Vereinigten Staaten von Amerika und in Kanada werden an verschiedenen Stellen reichhaltige Kiese gefördert, daneben aber solche aus Spanien und auch Rohschwefel eingeführt, weil die grossen Landtransporte den Bezug der einheimischen Rohstoffe vielfach sehr vertheuern.

Da es beim Kauf von Kiesen hauptsächlich darauf ankommt, zu ermitteln wie viel Schwefel dieselben enthalten, so beschränkt man sich bei der Untersuchung hierauf. Man leitet dieselbe durch Aufschliessen des zerstossenen Kieses mit Königswasser, d. h. einer Mischung aus Salpeter- und Salzsäure ein. Hierbei entstehen Metallsalze, und der Schwefel wird von der Salpetersäure zu Schwefelsäure oxydirt. Der etwaige unlösliche Rückstand kann ausser Kieselsäure und Silikaten die Sulfate von Barium, Blei und Kalk enthalten, deren Schwefel vernachlässigt wird, da derselbe beim Brennen der Kiese nicht ausbrennt, also ebenso verloren geht. Aus der abfiltrirten Lösung wird durch Zusatz von nicht allzuviel Ammoniak das Eisen in Form von Eisenhydroxyd ausgeschieden, abfiltrirt, und in der verbleibenden Lösung die Schwefelsäure mit Chlorbarium als schwefelsaurer Baryt gefällt. Ein Gewichtstheil des geglühten Niederschlags zeigt 0,13 724 Schwefel im Kies an. Ausführlichere Anleitung zu dieser und anderen Kiesuntersuchungen findet sich in Lunge's Soda-Industrie.

Das Vorkommen von Arsen und Selen in manchen Kiesen, welche bei der Fabrikation von Schwefelsäure häufig sehr störend sind, kann bei Verwendung für Sulfitstoff unbeachtet bleiben, weil sie bei diesem keinen Schaden anrichten können. Die durch Sulfitlauge aus Rohpflanzen freigelegten Fasern werden nämlich so häufig mit grossen Wassermengen behandelt, dass jede Spur von Arsen oder Selen, der

aus den Kiesen in die Lauge gelangt wäre, weggewaschen sein müsste, ehe der Zellstoff in Papier umgewandelt wird.

Um zu entscheiden, ob für eine Sulfitstoff-Anlage das Brennen von Schwefel oder Kies vortheilhafter ist, muss man vor allem annähernd ermitteln, wie viel von dem Schwefel des Kieses in nutzbare Schwefligsäure umgewandelt wird. Nehmen wir beispielsweise an, dass Meggener Kiese von 42 bis 44 Prozent Schwefelgehalt in Frage kommen, so muss von diesen 42 bis 44 oder durchschnittlich 43 Prozent so viel abgerechnet werden, als sich nach erfolgter Verwendung noch in den Abbränden befindet. Nach angestellten Ermittelungen bleiben in den Abbränden, je nachdem die Oefen zweckmässig angelegt sind und die Verbrennung gut geführt wird, 2 bis 8 Prozent Schwefel. Ziehen wir einen ungefähren Durchschnitts-Prozentsatz von 5 Prozent von obigen 43 ab, so bleiben 38 Prozent übrig.

Ein Theil dieser 38 Prozent Schwefel geht für die Sulfitlauge dadurch verloren, dass zum Verbrennen von Kies Zufuhr von viel mehr Luft nöthig ist als zum Verbrennen von reinem Schwefel, und dass sich infolgedessen viel mehr Schwefelsäure bildet. Lunge wies schon vor Jahren nach, dass beim Abrösten der Kiese auf 93,83 Theile $SO_2$ stets 6,17 Theile $SO_3$ entstehen. Unter Berücksichtigung dieser Verluste hat sich die zwar ungenaue, aber zu roher Berechnung genügende Handwerksregel herausgebildet, dass drei Kilo Kies durchschnittlich so viel Schwefligsäure liefern wie ein Kilo reiner Schwefel.

Hiernach lässt sich leicht berechnen, um wie viel der nutzbare Schwefel in dem zur Verfügung stehenden Kies an einem bestimmten Orte billiger ist als Rohschwefel. Wenn z. B. 100 kg Schwefel in Sicilien 8 M. kosten, so sind hierzu für Verpackung in Säcken 40 Pf., für Fracht nach Hamburg etwa 1 M. 20 Pf. (nach anderen Häfen mehr) nebst der Landfracht zu rechnen. Wenn der in Wettbewerb tretende Kies sich in der Fabrik auf 220 M. der Wagen von 10 Tonnen stellt, so kosten 300 kg 6 M. 60 Pf. und die ungefähr dasselbe leistenden 100 kg Schwefel etwa 10 Mark.

Hierbei ist in Anschlag zu bringen, dass die Handwerksregel von 3 Kies auf 1 Schwefel die bei manchem käuflichen Schwefel verbleibenden mehrere pCt. unverbrennbaren Rückstände vernachlässigt, also dem Schwefel zu günstig ist. Es kann daher bei schlechter geographischer Lage der Sulfitstoff-Fabrik vorkommen, dass die Ausgabe für Schwefel doppelt so viel wie für Kies betragen würde.

Die Entscheidung muss in diesem Falle zu Gunsten von Kies ausfallen, wenn nicht berücksichtigt wird, dass Kiesöfen theurer in der Anlage und schwieriger im Betrieb sind als Schwefelöfen, und dass zum Brennen von Kies grössere Luftmengen zugeführt werden müssen. Das aus Kiesöfen kommende Gasgemisch ist so sehr durch Luft verdünnt, dass es nur 6 bis 8 Prozent Schwefligsäure enthält, während es aus Schwefelöfen mit 10 bis 11 und bei Einpressung von Luft sogar mit 14 bis 15 Prozent kommen kann. Die Fortleitung der nahezu doppelten Menge Gas der Kiesöfen erfordert mehr Zug oder Kraft, und dessen grössere Verdünnung macht es schwierig, damit Laugen von ebenso grossem Gehalt an freier Schwefligsäure herzustellen wie mit den Verbrennungsgasen von Rohschwefel. Wenn ein schwedischer Fabrikant in Nr. 83 der Papier-Zeitung von 1891 versicherte, dass er den mit Schwefelgas-Lauge gekochten Zellstoff mit 12 Prozent Chlorkalk bleichen könne, während er für den mit Kiesgas-Lauge hergestellten 20 Prozent

brauche, so kann dies nur daran liegen, dass erstere Lauge mehr freie Säure enthielt und das Holz besser aufschloss.

Die erheblich grössere Menge von Schwefelsäure $SO_3$, welche aus Kiesgasen entsteht (siehe unten) hat nicht nur den oben berücksichtigten Nachtheil, dass entsprechend weniger Schwefel in Schwefligsäure $SO_2$ umgewandelt werden kann, sondern sie stört auch in den Leitungen und verbindet sich mit Kalk, entzieht denselben also der Umwandlung in doppeltschwefligsauren Kalk.

Man hat nun zu erwägen, ob der zu Gunsten von Kies ausgerechnete Preisunterschied durch diese Nachtheile ausgeglichen wird.

Zu Gunsten der Verwendung von Kies spricht noch der Umstand, dass die meisten nach Mitscherlich gebauten Anlagen auf Brennen von Kies eingerichtet sind. Da sich die Preise beinahe überall anders stellen, so lassen sich keine allgemeinen Regeln geben, und die Wahl muss nach den örtlichen Verhältnissen getroffen werden.

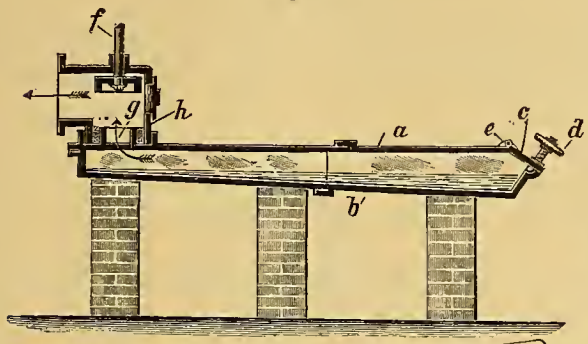
**528. Schwefel-Oefen.** Die Schwefelsäure-Fabrikation benutzt seit mehr als 50 Jahren sowohl Schwefel- als auch Kies-Oefen zur Erzeugung von Schwefligsäure, und der Gedanke liegt daher nahe, dass die Sulfitstoff-Fabrikanten sich dieser Vorbilder bedienen würden. Dies ist zwar geschehen, doch zeigte sich bald, dass viele von der Soda-Fabrikation benutzte Oefen sich zur Sulfitstoff-Fabrikation nicht eigneten oder erheblich abgeändert werden mussten. Für letztere genügen im allgemeinen einfachere Einrichtungen, weil die Herstellung von Sulfitlauge nach Bedarf und mit Unterbrechungen erfolgen kann, während die Bleikammern, worin sich die Schwefelsäure bildet, mit einem möglichst gleichmässigen und ununterbrochenen Strom von Schwefligsäure gespeist werden sollen. Bei der Erzeugung von Schwefligsäure für Sulfitlauge muss vor allem darauf geachtet werden, dass sich keine Schwefelsäure bildet, weil dieselbe Kalk bindet und unwirksam macht, und der darin enthaltene Schwefel für die Gewinnung von Zellstoff verloren geht, während es bei der Fabrikation von Schwefelsäure gerade erwünscht ist, dass die Schwefligsäure schon recht viel fertige Schwefelsäure mit in die Bleikammern bringt. Für ersteren Zweck sucht man desshalb die Entstehung von Schwefelsäure zu verhindern, und für letzteren baut man die Oefen so, dass möglichst viel davon entsteht. Zur Erzeugung von Sulfitlauge wird das Schwefligsäure-Gas möglichst abgekühlt, während es erwünscht ist, dass dasselbe mit 100 bis 120 ° Wärme in die Bleikammern tritt. Diese verschiedenen Grundbedingungen lassen es begreiflich erscheinen, dass die Oefen für Sulfitstoff-Anlagen von denen für Schwefelsäure-Fabriken in vielen Punkten abweichen.

Als man anfing Rohschwefel zu verwenden, wurden die Oefen wahrscheinlich der Soda-Fabrikation entlehnt und aus Mauerwerk mit eingesetzten eisernen Pfannen aufgeführt. Man fand jedoch nach und nach, dass eiserne geschlossene Oefen einfacher sind, die Handhabung erleichtern und die Abkühlung des schwefligsauren Gases unterstützen und bedient sich solcher jetzt (1895) allgemein.

Ein von Emil Scherrer in der Papier-Zeitung beschriebener Ofen dieser Art aus der Maschinenfabrik von Gustav Toelle in Niederschlema in Sachsen ist in Längsschnitt und oberer Ansicht in Figg. 1404 und 1405 dargestellt. Derselbe besteht ganz aus Gusseisen und kann fertig bezogen werden. Er hat eine Verbrennungsfläche von 2,7 qm und wird auf drei kleine Stutzmauern so hoch gelagert, dass

man den Schwefel möglichst bequem mit der Schaufel durch Thür *c* einfüllen kann. Die obere Fläche *a* des Ofens liegt durchaus waagrecht, die untere *b* steigt von der Einfüll-Oeffnung bis zum Auslass etwas an. Die Thür *c* darf während der Verbrennung nicht auf dem Ofenrand liegen, sondern wird mit den Stellspindeln *d* so viel abgehoben, dass die entstandene Spalte gerade so viel Luft einlässt, als zur Bildung der Schwefligsäure nöthig ist.

Fig. 1404.




Im Ablassrohr *h* ist ein Ventil *f* angebracht, welches man herablassen kann, wenn der Ofen keine Schwefligsäure abgeben soll. Ventil *f* bedeckt dann den Stutzen *g* und greift mit seinem cylindrischen Rand tief in den Raum zwischen *g* und *h*, der mit feinem gewaschenem Sand gefüllt ist und damit die Abdichtung bewirkt.

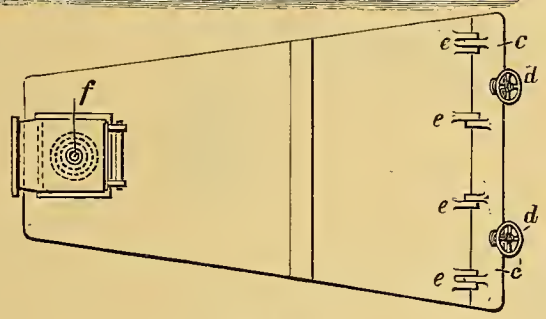



Fig. 1405.

Wollte man mit einem solchen Ventil *f* plötzlich das Abströmen von Schwefligsäure verhindern, so würde diese, da die Verbrennung fortdauert, ihren Weg nach rückwärts durch die Oeffnungsspalte der Thür *c* nehmen, rasch den Arbeitsraum erfüllen und es Menschen unmöglich machen, darin zu verweilen. Wenn daher plötzliches Einstellen der Gaserzeugung nöthig wird, ist es besser, einen bereit liegenden nassen Sack so über die Thür *c* zu werfen, dass er die Spalte schliesst und keine Luft mehr zulässt. Erst nachdem dies geschehen und die Flamme infolge Luftmangels erloschen ist, sollte man Ventil *f* schliessen, um zu verhindern, dass aus einem andern etwa mitarbeitenden Ofen Schwefligsäure in den ausgelöschten Ofen zurücktritt. Das Ventil *f* ist hiernach weniger nützlich zum Erlöschen des Ofens, als zu dessen Abtrennung von anderen in die gleiche Kühlleitung arbeitenden Oefen und zur Regelung des Zuges. Wenn nur ein Ofen benutzt wird, oder wenn er seine eigene von anderen abgetrennte Gasleitung hat, ist Ventil *f* hiernach entbehrlich.

Wenn der Ofen in Betrieb gesetzt werden soll, zerschlägt der Schwefelheizer die für einen Tag bestimmte Menge Schwefel in einer Holzkiste oder einem Trog in haselnussgrosse Stücke. Zerschlägt man den Schwefel zu fein, so erhält man zu viel Schwefelstaub, von welchem viel verloren geht. Die Kiste mit dem zerschlagenen Schwefel bringt der Arbeiter möglichst nahe zu dem Ofen und wirft mit einer Schaufel durch die um Scharniere *e* aufgeklappte Thür *c* soviel in den Ofen, dass dessen Boden *b* einige cm hoch gleichmässig davon bedeckt wird. Dann zündet er mit einem brennenden Span oder durch Einlegen eines glühenden Eisens an und sorgt durch Einstellen der Spindeln *d* für Zugang der erforderlichen Luft. Das zeitweise nöthige Nachfüllen von Schwefel muss rasch ausgeführt werden, damit die Thür

nicht zu lange offen bleibt und zu viel Luft einlässt. Womöglich sollte man nur bei Tage Schwefel brennen, wenn aber im Sommer die kühlere Nacht dazu benutzt werden muss, sollte man die Arbeit gut überwachen, da es sonst manchmal vorkommen kann, dass der Schwefelheizer neben dem kalt gewordenen Ofen schläft, und die Lauge nicht die richtige Stärke erhält. Manchmal kommt es vor, dass die Schwefeldämpfe vorn beim Einfüllloch herausschlagen, oder dass sogar das Feuer ausgeht. Dies ist dann ein sicheres Zeichen, dass der »Zug« nicht genügt,

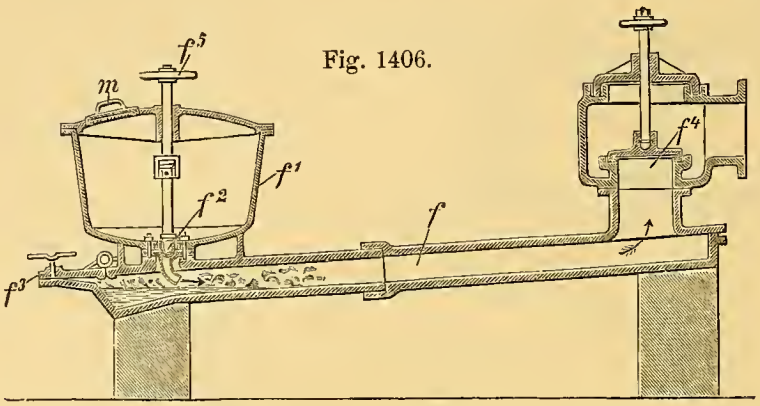



Fig. 1406.

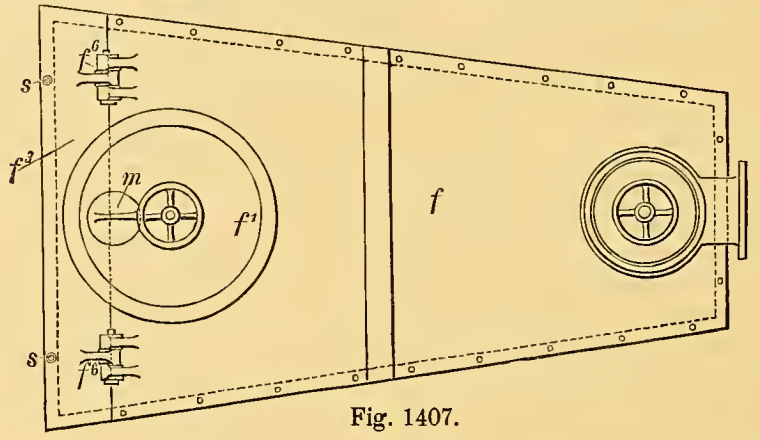



Fig. 1407.

d. h. bei Thurmbetrieb, dass die Gase nicht im Thurm aufsteigen können, dass der Thurm »verstopft« ist. In den meisten Fällen bleibt sodann nichts anderes übrig, als den Ofen und seinen Thurm ausser Betrieb zu stellen und letztern gut zu reinigen. Bei Bottich-Betrieb rührt die Mangelhaftigkeit des Zuges meist davon her, dass die Saug- oder Druckpumpe, welche denselben bewirkt, nicht richtig arbeitet.

Will man den Ofen abkühlen, um die Temperatur der Gase herabzubringen, so darf dies nicht mit Wasser auf der oberen Guss-Platte *a* geschehen, da dieselbe zu leicht zerspringt, sondern durch angefeuchteten Sand, den man oben auflegt. Die Abkühlung des Ofens ist besonders bei warmem Wetter häufig erforderlich, um zu verhindern, dass der Schwefel die zu seiner Verdampfung nöthige Temperatur (S. 1450) annimmt und dann nicht nur unverbrannt in die Rohrleitungen gelangt, d. h. sublimirt, sondern sich überall ansetzt und entfernt werden muss,

damit keine Störungen eintreten. Es kann sogar vorkommen, dass Schwefelblumen d. h. sublimirter Schwefel in die Lauge und mit dieser vielleicht in den Stoff gelangt.

Der Ofen verbraucht nach Angabe des Fabrikanten etwa 850 kg Schwefel in 24 Stunden und soll bei einiger Vorsicht mehrere Jahre aushalten.

Generaldirektor Dr. Karl Kellner in Hallein beschrieb in der Papier-Zeitung den in Figg. 1406 und 1407 in Aufriss-Längsschnitt und Grundriss dargestellten Schwefelofen. Derselbe besteht in der Hauptsache aus zwei flachen Gusskörpern $f$ mit Schmelzpfanne $f^1$. Der Schwefel wird durch das Mannloch $m$ eingeworfen, von der Wärme des im Ofen brennenden Schwefels zum Schmelzen gebracht und durch das mittels Drehens des Griffrades $f^5$ geöffnete Ventil $f^2$ nach Bedarf in den Ofen abgelassen. Die hier durch Verbrennen des Schwefels erzeugte Schwefligsäure zieht durch die mit Ventil $f^4$ geregelte Oeffnung ab. Der Theil $f^3$ der oberen Ofenplatte lässt sich um Scharniere $f^6$ drehen und mit zwei Stellschrauben $s$ so von der unteren Platte abheben, dass ringsum die zum Verbrennen des Schwefels erforderliche Luft eintreten kann. Dadurch, dass die zur Veränderung des Aggregats-Zustandes erforderliche Wärme-Menge (Schmelzwärme) dem Schwefel *vor* seinem Eintritt in den Verbrennungsraum des Ofens zugeführt wird, brennt die ganze Oberfläche *ohne Sublimation.*

Von anderer Seite wird geltend gemacht, die Schmelzpfanne sei überflüssig und erschwere den Betrieb dadurch, dass sich ihr Ausfluss manchmal verstopfe. Das vorherige Schmelzen verhindere die Sublimation d. h. die Verdampfung des Schwefels nicht, sondern erleichtere sie, da der geschmolzene Schwefel weniger Wärmezufuhr erfordert, um in Dampfform überzugehen als harter Schwefel.

In einer Zellstoff-Fabrik, wo sich der Ausfluss aus der Pfanne häufig verstopfte, fand man durch eingehende Versuche, dass keine Verstopfung mehr eintrat, wenn man dafür sorgte, dass die Schmelzpfanne stets bis obenhin mit Schwefel gefüllt war. Wenn sich nur wenig Schwefel in der Pfanne befindet, wird derselbe zu sehr erhitzt und geht bei der höhern Temperatur aus dem dünnflüssigen Zustand in den Seite 1450 erwähnten dickflüssigen über, welcher den Ausfluss verstopft. Ist die Pfanne bis obenhin gefüllt, so vertheilt sich die Wärme auf die grössere Menge, und der geschmolzene Schwefel bleibt dünnflüssig. In der erwähnten Fabrik liefern die 4 Pfannen, seitdem man dies erkannt hat, den Schwefelöfen andauernd flüssigen Schwefel und machen das Einwerfen überflüssig.

Ekman in Bergvik benutzte nach The Chemistry of Paper-Making von Little einen aus 6 mm starkem Eisenblech gebauten luftdichten Schwefelofen, dessen dünne Wände die Wärme leicht durchliessen und rasche Abkühlung bewirkten. In demselben erstreckte sich ein schräg liegender Rost auf zwei Drittel der Ofenlänge, und auf diesem lag lose eine 9 Zoll hohe Schicht Ziegelsteine, die bewirken sollte, dass der darauf ausgebreitete Schwefel vollkommen verbrannte, und dass sich wenig Schwefelsäure bildete.

Ein von P. Suckow & Comp. in Breslau gebauter und von einigen grossen Fabriken seit vielen Jahren benutzter Schwefelofen mit Kühlrohren ist in Fig. 1408 im Grundriss, in Figg. 1409 und 1410 in Aufrissen der beiden Seiten und in Fig. 1411 im Aufriss der Vorderseite dargestellt.

Der Ofen $A$ ist ganz in Gusseisen gehalten (Wandstärke 20 mm) und steht zur Kühlung in einem Wasserbehälter. Durch die Thüröffnung $d$, Fig. 1410, wird der Ofen

mit rohem oder raffinirtem Schwefel beschickt. Die untere Platte ist von der Seite nach der Mitte zu verstärkt, und das Kühlwasser darf nur bis zur Marke *m* (Fig. 1409) steigen. Die Unterstützung der Platte, auf welcher der Schwefel liegt und brennt, lässt sich aus Mauerwerk *o* oder aus gusseisernen Trägern herstellen.

Oberhalb des Ofens befindet sich ein Flanschenstutzen *c*, an welchem die zum Rohrsystem und Kühler führenden Kniestücke $c^1$, $c^2$ und Verbindungsrohre $c^3$, *f* angeschlossen werden. Die Thüre *d* (Fig. 1410) ist mit Schauloch *l* und durch Schieber oder Klappen regelbare Luftzuführungs-Oeffnungen versehen.

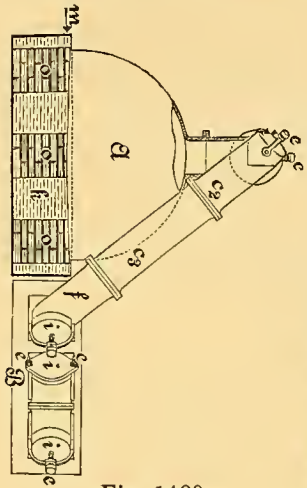


Fig. 1409.

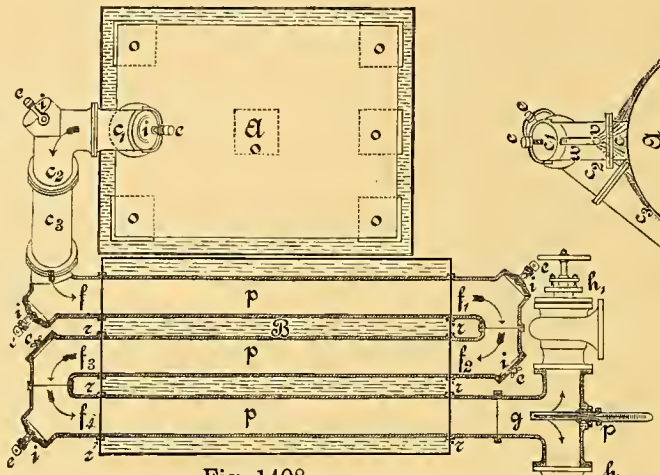


Fig. 1408.

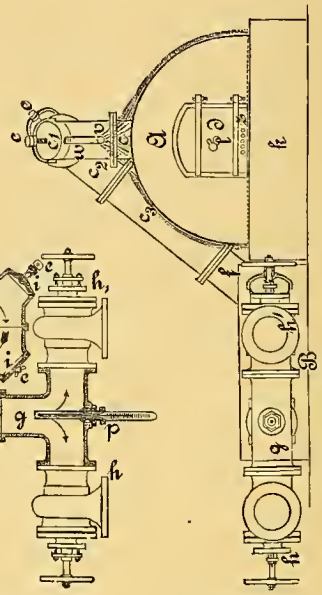


Fig. 1410.

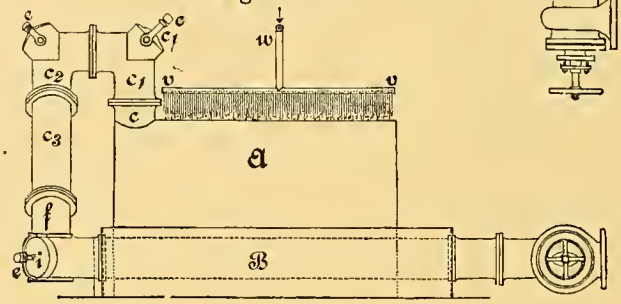


Fig. 1411.

Das Rohrsystem *B* besteht hier aus drei in geringen Zwischenräumen von einander liegenden gusseisernen Flanschenrohren *p*, liegt in einem schmiedeisernen Behälter, ist an den Flanschen mit Blei gut abgedichtet und von Wasser vollständig umgeben. Die Rohre sind untereinander mittels Kniestücke *f*, $f_1$, $f_2$, $f_3$, $f_4$ verbunden, durch deren leicht mit Schrauben *e* verschliessbare Oeffnungen *i* man dieselben leicht reinigen kann. Die schwefligen Dämpfe, die den von Pfeilen angedeuteten Weg nehmen, gelangen nach dem am hintern Ende befindlichen T-Rohr *g* und ziehen durch eines der beiden Ventile *h* oder $h_1$ nach den Thürmen oder Kammern ab. Am T-Rohr *g* ist ein Thermometer *p* eingeschaltet, weil man darauf zu achten hat, dass die schwefligen Dämpfe das Rohrsytem mit nicht mehr als 10 bis 15 ° C. verlassen. Sind die Dämpfe wärmer, so muss man sie durch kälteres Kühlwasser auf die vorgeschriebene Temperatur zu bringen suchen. Für die Aufstellung eines solchen Ofens schreibt die liefernde Firma vor:

»Nachdem der Ofen *A* auf das in dem Kühlbehälter aufgeführte Mauerwerk *o* gesetzt ist, wird er mit dem Rohrsystem durch die Rohrleitung verbunden. Die Rohre des Kühlers sind in dem Behälter an den Flanschen *r* mit Blei gut abzudichten. Sämmtliche Oeffnungen sind gut zu verschliessen. Der Schwefel wird nun durch Thür *d* eingebracht, auf der Bodenplatte etwa 1 cm hoch gleichmässig vertheilt und alsdann entzündet. Sobald der Schwefel ordentlich brennt, was man durch das Schauloch beobachten kann, füllt man die Behälter mit Wasser und zwar denjenigen, in welchem der Ofen steht, bis zur Marke *m*, also bis unterhalb der Platte, den andern soweit, dass die Rohre vollständig von Wasser umgeben sind. Oberhalb des Ofens befindet sich noch ein Spritzrohr *v* zur schnelleren Kühlung, welches aber auch wegbleiben kann, da man selten in die Lage kommt es zu brauchen, und durch plötzliche Abkühlung der stark erwärmten obern Gusstheile im Ofen oder Guss Risse entstehen können.«

Zur Verbrennung von 500 kg Schwefel in 24 Stunden ist eine Brennfläche von 1 qm und 0,5 qm Sammelraum, also ein Raum von 1,5 m Länge und 2 m Breite nöthig, wie für obige Skizzen angenommen. Zur Verbrennung von 1000 kg Schwefel wird die Brennfläche verdoppelt. Der Kühler *B* ist 3 m, Rohr *p* mit Ansätzen an beiden Enden 4 m lang.

Die gusseisernen Kühlrohre sollen bei richtiger Behandlung fünf Jahre aushalten. In den Ausnahmefällen, wo der Ofen wegen angestrengter Arbeit mit dem Spritzrohr *v* gekühlt werden muss, lässt man durch *w* erst wenig und nur allmälig mehr Wasser einströmen.

Die neueste Bauart der von Dr. A. Frank in Charlottenburg geplanten und von der Aktien-Gesellschaft Wagner & Co. in Coethen ausgeführten Schwefelöfen ist in Figg. 1412 und 1413 in 1:30 der wahren Grösse dargestellt. In einem dicht genieteten schmiedeisernen Kasten *A*, welcher ungefähr die Form einer Gasretorte hat und an seinem vorderen und hinteren Ende mit gusseisernen Deckeln fest verschlossen und versteift ist, steht die ebenfalls schmiedeiserne Schwefelpfanne *B*, welche den Boden nahezu bedeckt.

In der vorderen Stirnwand des Ofens befindet sich die zum Einfüllen des Schwefels dienende und mit Ueberwurfschraube luftdicht schliessbare Thür *D*, in welcher das mit gut gekühltem Glase luftdicht verschlossene Schauloch *d* angebracht ist. Zu beiden Seiten der Thür sind Düsen *E* und *E* zum Einblasen der Luft eingesetzt, zu deren besserer Vertheilung die muschelförmigen Schirme *F* dienen. Ausserdem werden die Gase von dem bis nahe an die Schwefelpfanne *B* herabreichenden Scheider *K* aus Schmiedeisen gezwungen, dicht über dieser hinzustreichen und begegnen, wo sie unter dem Scheider herauskommen, einem durch zwei Rohre *H* eingeführten Strom von Pressluft, mit dem sie sich mischen, ehe sie durch Rohr *G* abziehen. Neben Fig. 1413 links ist die hintere Stirnwand mit den Luftröhren *H* noch besonders dargestellt. Mit den Hähnen *J* $J^1$ regelt man die Luftströme, welche durch *E* und *H* zuströmen sollen. Findet man bei Beobachtung des Feuers im Ofen durch Schauloch *d*, dass die Flamme anstatt tiefblau, wie sie sollte, durch mitverdampfenden Schwefel gelbbraun gefärbt ist, so öffnet man Hahn *J* und führt durch Rohr *H* Luft zu, die auf den Scheider *K* stösst, sich mit dem unverbrannten Schwefeldampf mischt und dessen Verbrennung bewirkt, wie es bei Dampfkesseln durch Einführen von Luft hinter der Feuerbrücke geschieht.

Die Verbrennung des Schwefeldampfes erfolgt sehr vollkommen, weil der Entzündungspunkt des Schwefels schon bei 250 bis 260 ° liegt, während Schwefeldampf sich erst bei 420° bildet. Da sich durch die Ableitung eines Theils der Gebläseluft nach *H* die Einströmung durch die vorderen Düsen *E* vermindert, und die Verbrennung des Schwefels verlangsamt, so wird auch rasches Herabgehen der Hitze in der Schwefelpfanne und baldiges Wiedereintreten der normalen blauen Flammenfärbung bewirkt. Ein anderer Vortheil dieser Art der Luftzuführung soll darin bestehen, dass man den Schwefel mit der geringsten Menge Luft verbrennen kann und infolgedessen bei einiger Uebung sehr starke Gase mit 15 bis 16 Volumenprozent Schwefligsäure erzielt, während offene Schwefelöfen nur etwa 10 pCtige und Kiesöfen 8 pCtige Gase bei normalem Betriebe liefern.

Um den Schwefelofen *A* vor dem Verbrennen zu schützen und gleichzeitig auch die durch das Schwefelfeuer entstehende Hitze unschädlich zu machen, ist der ganze Ofen in einem gewöhnlich aus Blech hergestellten und an beiden Stirn-

Fig. 1412.

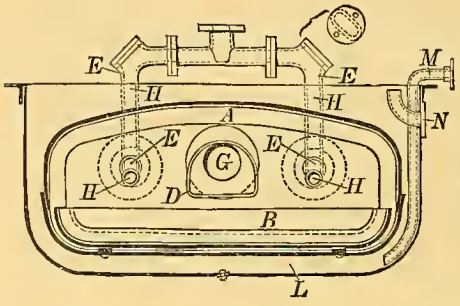
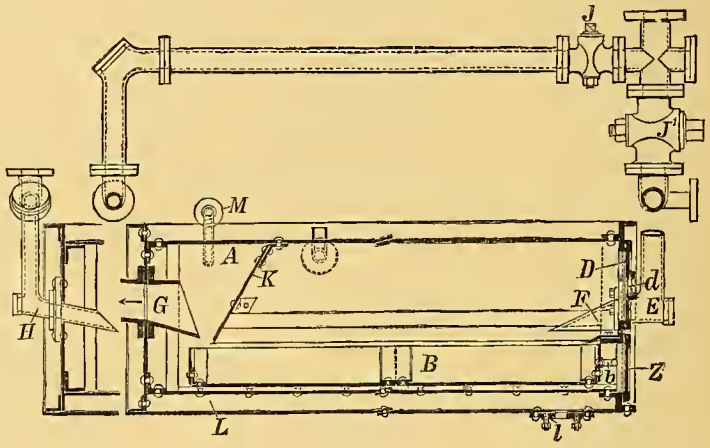



Fig. 1413.




wänden angenieteten Wasserkasten *L* untergebracht, welchem durch Rohr *M* beständig kaltes Wasser am Boden zugeführt wird, während das erwärmte oben durch Rohr *N* abfliesst. Ein Auslass *l* ermöglicht Reinigung dieses Wasserkastens.

Ein Ofen der hier dargestellten Grösse soll infolge der geregelten Luftzuführung und Kühlung mit der verhältnissmässig kleinen Schwefelpfanne bis 1600 kg Schwefel in 24 Stunden verarbeiten.

Die bei Anwendung von Sekunda-Schwefel in der Pfanne *B* angesammelten Aschenrückstände müssen zeitweise von einem durch Thür *D* einsteigenden Arbeiter zusammengekehrt und herausgenommen werden. Derselbe sollte dabei mit grobem Wollzeug bekleidet sein, weil Baumwolle und Leinen von Schwefelsäure usw. zerfressen werden. Um die Schwefelpfanne vollständig zu reinigen, kann man sie auch an dem Griff *b* völlig herausziehen, nachdem man die Platte *Z* weggenommen hat.

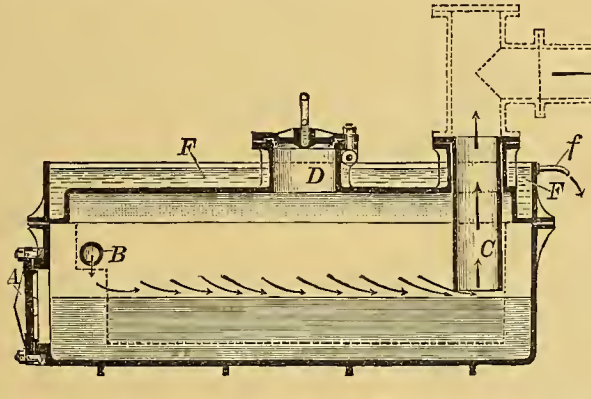
Das Feuer im Ofen erlischt, sobald man die Luftzuströmung abschliesst, und da die Abkühlung des Ofens durch das im Mantel *L* befindliche Wasser weitergeht, so kann man die Thür *D* bald wieder öffnen und neuen Schwefel in die Pfanne *B* geben.

Dr. Frank benutzt zum Bau des Ofens das viel kostspieligere Schmiedeeisen, weil Gusseisen infolge der darin entstehenden Spannungen bei den grossen

Temperatur-Verschiedenheiten leicht reisst und sich dann nicht mehr ausbessern lässt. Oefen der dargestellten Art sind seit vielen Jahren in Betrieb und sollen weder Ausbesserung verursacht noch Schaden gelitten haben.

H. Füllner in Warmbrunn, Schlesien, baut den in Figg. 1414 und 1415 in 1:30 der wahren Grösse in Durchschnitten dargestellten ganz aus Gusseisen bestehenden Schwefelofen. Der Schwefel wird durch das luftdicht mit Asbest abgedichtete Mannloch *A* eingefüllt und mit einem brennenden Span oder glühenden Eisen angezündet. Die zu seiner Verbrennung nöthige Luft wird durch die nach unten gerichteten Löcher des gusseisernen Rohres *B* zugeführt und mit $^3/_4$ Atmosphären Ueberdruck von der Druckluftpumpe, dem Kompressor, geliefert. Ein nicht gezeichnetes Ventil schliesst sich an das Rohr *B* und ermöglicht Regelung sowie Absperrung des Luftstroms. Die entstehenden Gase ziehen durch Rohr *C* ab und gelangen durch dessen gusseiserne 300 mm weite Fortsetzungen zu den in Wasser liegenden Kühlrohren aus Hartblei. Die unmittelbar vom Ofen ausgehenden Gasrohre müssen auf ziemliche Länge aus Gusseisen bestehen, weil Blei die hohe Temperatur auf die Dauer nicht aushalten würde.

Fig. 1414.



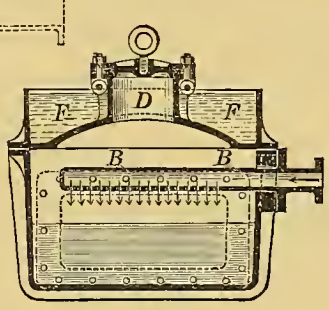




Fig. 1415.

Wenn der Ofen gereinigt werden soll, öffnet man den Deckel des Mannloches *D*, durch welches das Innere zugänglich wird. Die Dichtung des Deckels wird durch einen schwalbenschwanzförmigen, mit Blei ausgegossenen Nuthring bewirkt, welchen man auf einen ringförmigen Vorsprung der Mannloch-Flansche presst. Die Decke des Ofens ist so geformt, dass sie mit Wasser gekühlt werden kann, welches mit möglichst niedriger Temperatur zugeleitet wird, und dessen Ueberschuss durch Rohr *f* abfliesst. Oefen dieser Art sind neuerdings innen, soweit der Brennraum geht, mit Chamotte-Steinen ausgemauert und aussen ganz in Wasser gesetzt worden. Hiermit hat man zwar gute Erfahrungen gemacht, aber auch die einfachere in Figg. 1414 und 1415 dargestellte Art hat sich in jahrelangem Gebrauch gut bewährt. Die gusseisernen Wände haben gut ausgehalten, und die Kühlung der oberen Fläche hat sich als genügend erwiesen. Die zu den Gussstücken benutzte Rohstoff-Mischung muss allerdings mit Sachkenntniss und Erfahrung gewählt und dafür gesorgt werden, dass sich in den Ofentheilen keine Spannungen bilden.

Die Zellstoff-Fabrik von J. Halbmayr & Co. in Josefihütte, Böhmen, deren Laugenbereitungs-Anlage weiterhin beschrieben ist, verbrauchte 1894 bei Verwendung von drei Oefen vorbeschriebener Art etwa 9,9 oder rund 10 kg 99 prozentigen gereinigten sicilianischen Schwefel auf 100 kg erzeugten lufttrocknen Zellstoff (88 in 100).

Nach Mittheilung des Direktors Herm. Brüngger werden stets 200 kg Schwefel auf einmal in einen Ofen gegeben, welche in geschmolzenem Zustand die Pfanne d. h. den untern Theil des Ofens bis nahe unter dem Rohr *C* füllen.

Die Bedienung der Schwefelöfen sollte nur einem zuverlässigen sorgsamen Arbeiter anvertraut werden, weil es von ihm grossentheils abhängt, ob dem Schwefel gerade die Menge Luft zugeführt wird, welche 1 kg Sauerstoff auf jedes kg zu verbrennenden Schwefels enthält. Bei 0° und 760 mm Barometerstand sind dies 6199 und bei 20° = 6654 Liter. Wird mehr und gar feuchte Luft zugelassen, so entsteht Schwefelsäure und Ueberhitzung des Ofens, und infolge derselben wird Sublimation des Schwefels veranlasst.

Schwefligsäure bildet in Berührung mit Schwefel bei gewöhnlicher Temperatur und sogar im Dunkeln Polythionsäuren, d. h. solche Schwefelsäuren oder Schwefeloxyde, die Schwefel in mehrfacher Menge enthalten. Bei höherer Temperatur, wie sie im Ofen herrscht, erfolgt diese Bildung sehr rasch, wenn nicht genug Luft, also auch nicht genug Sauerstoff zur Verbindung mit allem Schwefeldampf zugeführt wird. So oft Ueberhitzung und Sublimation eintritt, gelangen daher Polythionsäuren in die Lauge, mit dieser in den Stoff und werden beim Kochen zersetzt. Infolge solcher Zersetzung kommt Schwefel, der sich seiner Unlöslichkeit wegen schwer entfernen lässt, in den Stoff, oxydirt sich zu Schwefelsäure und verdirbt Siebe wie Filze. Nach Ansicht erfahrener Fachmänner kann die Gegenwart von Polythionsäuren eine ganze Kochung verderben. Der Arbeiter erkennt meist an der Flamme, ob die Verbrennung richtig vor sich geht. Blaue Farbe mit zeitweiligen weissen Spitzen bekundet den erwünschten Zustand, während braune Dämpfe unverbrannte Schwefeldämpfe mit ihren schädlichen Folgen anzeigen.

Wenn der Arbeiter hierauf achtet, den Ofen regelmässig bedient und mit der geringsten Luftzufuhr vollkommene Verbrennung bewirkt, wird es ihm gelingen, starke Gase zu liefern, d. h. solche, die möglichst viel Schwefligsäure enthalten.

**529. Schwefelkies-Oefen.** Der bewährte Schwefelkiesofen einer nach Mitscherlich arbeitenden österreichischen Fabrik wurde von E. Scherrer in Nr. 58 der Papier-Zeitung von 1894 beschrieben.

Fig. 1416 zeigt denselben in 1 : 400 der wahren Grösse in Längsschnitt; Fig. 1417 in Querschnitt nach *A* bis *B*, Fig. 1418 in Vorderansicht, Figg. 1419 und 1420 in waagrechten Schnitten nach *C* bis *D* und *E* bis *F*. Der Ofen besteht aus Mauerwerk mit Armaturen aus Gusseisen. Die innerste Lage des Mauerwerkes, welche mit den Schwefelgasen und dem direkten Feuer in Berührung kommt, ist aus feuerfesten Chamotte-Ziegeln mit Cement- und Chamotte-Mörtel hergestellt. Diese innere Ausmauerung schliesst sich an eine Lage Backstein-Mauerwerk. Die Backsteine werden jedoch vor dem Mauern gut mit Theer getränkt, und auch der Kalkmörtel wird mit Theer versetzt. Diese theergetränkte Lage dichtet den Ofen so gut, dass bei sorgfältig ausgeführter Arbeit Schwefelgase kaum durch das Mauerwerk entweichen können. Auf diese Schicht kommt noch eine dritte äussere Mauerlage aus gewöhnlichen Backsteinen und Weisskalk-Mörtel; die Kiesöfen werden meist aussen noch einige Male mit Theer gut gestrichen. Das Mauerwerk ist durch Schienen *a* und Eisenstangen *b* solid gebunden.

An Armaturen weist der Ofen auf: Einen weiten, zweitheiligen, gusseisernen Einfülltrichter *c* mit Abschliessthür *d*; einen untern Rost *e* mit entsprechenden Rostlagern *f*, Gussthür *g* usw.; ein Luftzugrohr *h*, Thür *i* mit Luftregelung *K*;

Aschenabzugrohr *l* mit Thür *m;* das obere Gasabzugsventil *n* und verschiedene Aschenthüren *o*. Das obere Gasabzugsventil wird wie bei Schwefelöfen mit feinem Sand abgedichtet. Der Ofen besteht aus drei Haupträumen: *I* Feuerraum; *II* Gasraum; *III* Aschenraum.

Fig. 1416.

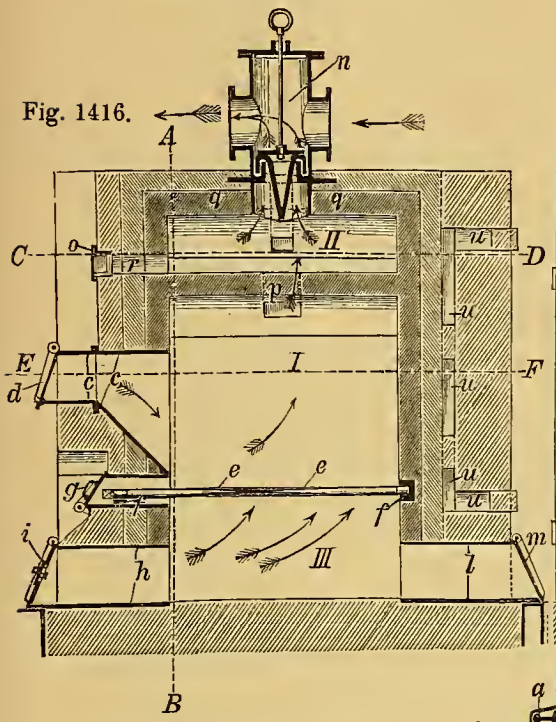



Fig. 1417.

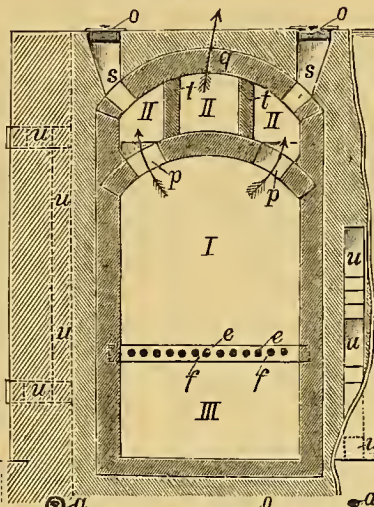
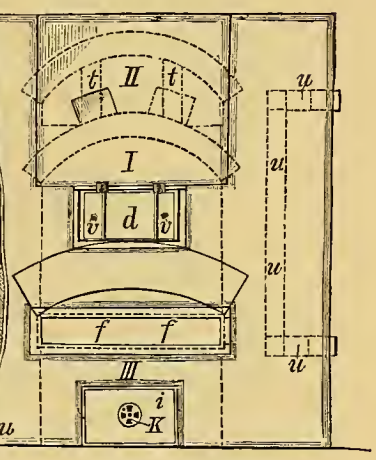



Fig. 1418.




Der Feuerraum ist nach unten durch den eingelegten Eisenrost *e* begrenzt; nach oben durch feuerfestes Chamotteziegel-Gewölbe abgeschlossen. In den Feuerraum mündet der Kies-Einfülltrichter *c*. Die Decke des Feuerraums ist an zwei Stellen durchbrochen, damit die Gase durch diese Oeffnungen *p* vom Feuerraum nach dem Gasraum aufsteigen können. Der Gasraum wird gebildet durch das Deckgewölbe des untern Feuerraums und durch das obere Gewölbe *q*. Der Raum vorn und hinten zwischen diesen Gewölben ist vermauert, und nur die Reinigungskanäle $r\,r_1$ sind im senkrechten Mauerwerk freigelassen und mit Aschenthüren *o* abgeschlossen. Zwei weitere Reinigungskanäle *s* führen durch das obere Mauerwerk. Ueber der Mitte des Gasraumes ist das Gas-Abzugsventil in das Mauerwerk eingelassen. Die zwei Scheidemauern *t* geben dem Gasraum die Form eines Schlangenkanals und zwingen die Gase, in der Richtung der Pfeile den Gasraum zu durchziehen.

Fig. 1419.

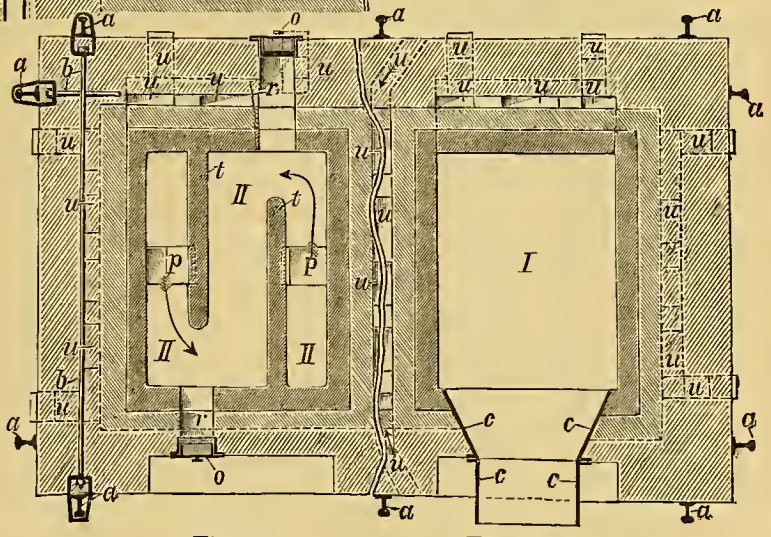



Fig. 1420.

Als Aschenbehälter dient der ganze freie Raum *III* unter dem Rost. In diesen Raum ist vorn das Luftzugrohr *h* (Fig. 1416) eingelassen; die Verbrennung des Schwefels wird also hier ähnlich wie bei einem Dampfkessel durch Zuführen von äusserer Luft von unten hinauf durch den Rost bewirkt. Durch das hintere Reinigungsrohr *l* wird die Asche von Zeit zu Zeit ausgehoben.

Besonders beachtenswerth bei diesem Kiesofen sind die zwischen der zweiten und äussern dritten Mauerschicht ausgesparten Luftzugskanäle *u*. Unten und oben führen diese Kanäle ins Freie und ermöglichen lebhaften Luftzug durch dieselben, dem es hauptsächlich zu verdanken ist, wenn der Ofen auch bei ununterbrochenem Betrieb nie zu heiss wird. Die von unten nach oben durchziehende äussere, kalte Luft kühlt die stets erwärmte mittlere Mauerlage gut ab und verhindert dadurch Ueberhitzung und Bersten des Mauerwerks. Werden zwei solcher Oefen aneinandergebaut, so macht man die Luftzüge zwischen den zwei Oefen bedeutend weiter als diejenigen an den äussern seitlichen und hintern Flächen.

Der Luftzug wird auf das noch zulässige Mindestmaass beschränkt, doch muss der Ofen in strenger Glühhitze erhalten werden. Der Sauerstoff der eintretenden atmosphärischen Luft verbindet sich dann infolge der hohen Temperatur mit dem Eisen des Kieses zu Eisenoxyd und mit dem Schwefel des Kieses zu schwefliger Säure. Damit der Prozess im Ofen genau verfolgt werden kann, sind in Thür *d* zwei kleine runde Scheiben *v* gesetzt. Die Gase ziehen in der Richtung der Pfeile ab, kommen also zunächst vom Feuerraum nach dem obern Gasraum, wo sie gezwungen sind, die Schlangenkanäle zu durchstreichen. Auf diesem Wege werden die Gase von Flugasche gereinigt. Die Asche setzt sich am Boden dieser Gewölbegänge ab. Bei eingetretener Sublimation fallen Schwefelblumen auch hier schon aus, und es kommt wohl selten vor, dass unverbrannter Schwefeldampf noch in den Thurm und so in die Lauge gelangen kann. Selbstverständlich müssen diese Kanäle häufig gereinigt werden, auf alle Fälle nach eingetretener starker Sublimation und vor Inbetriebsetzung eines kalt gestandenen Ofens. Je nach der Grösse des Betriebes wird man zwei, vier und mehr solcher Oefen nöthig haben, die gewöhnlich aneinander, häufig auch mit der Rückseite gegeneinander gebaut werden.

Mit einem der beschriebenen Oefen können bei guter Ausnutzung des Kieses in 24 Stunden 1500 bis 1800 kg westfälischer Schwefelkies geröstet werden.

Die Gewerkschaft Sicilia in Meggen, Westfalen, die den grössten Theil des in Deutschland verarbeiteten Schwefelkieses liefert, empfiehlt ihren Abnehmern, dazu Oefen der von Herrn Wilhelm A. Müller in Laar bei Ruhrort geplanten Art zu benutzen. Fig. 1421 ist ein Aufriss-Längsschnitt zweier solcher Oefen nach *a-b* von Fig. 1422, Fig. 1422 ein Aufriss-Schnitt nach *c-d* in Fig. 1421, Fig. 1423 Vorderansicht, Fig. 1424 Grundriss-Schnitt nach *e-f* in Fig. 1422, alles in 1:40 der wahren Grösse. Die eingetragenen Zahlen sind Maasse in Millimetern. *A* ist der Einwurf für frischen Kies, *B* die Thür zur Entfernung der Kiesabbrände und *C* die Thür, von der aus der Rost gehandhabt wird, worauf der Kies lagert. Alle drei Zugänge bestehen aus Gusskasten, deren untere Seiten länger als die obern sind und den an den Rändern gehobelten Verschlussthüren zur Auflage dienen. Die Thüren sind mit schmiedeisernen Griffen und mit durch Gussstopfen verschliessbaren Schau- und Luftlöchern versehen. Der Rost *D* besteht aus quadratischen schmiedeisernen Stäben, die nahe den Enden und in der Mitte abgerundet und

Fig. 1421.

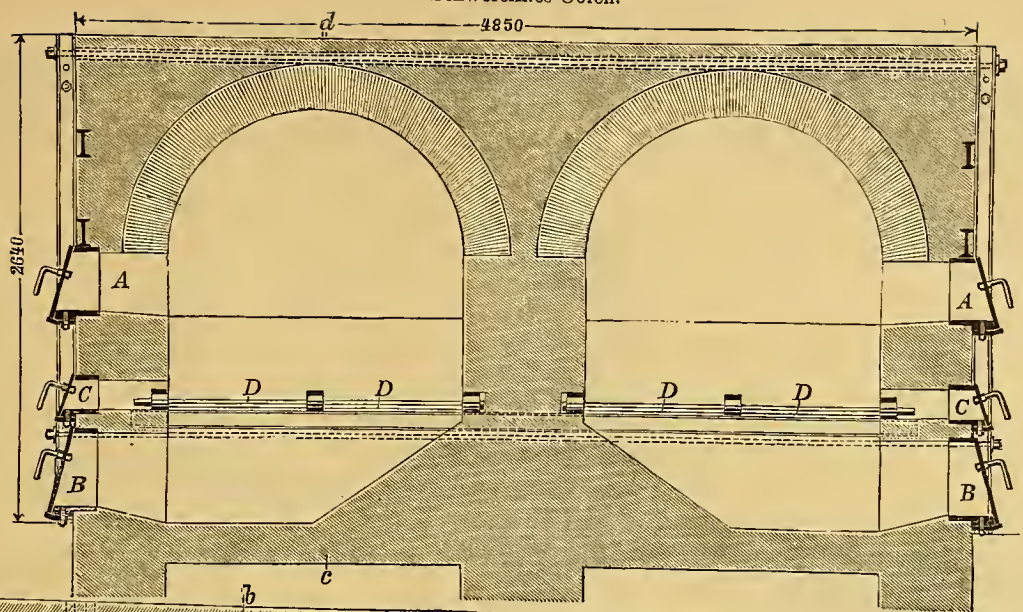



Fig. 1422.

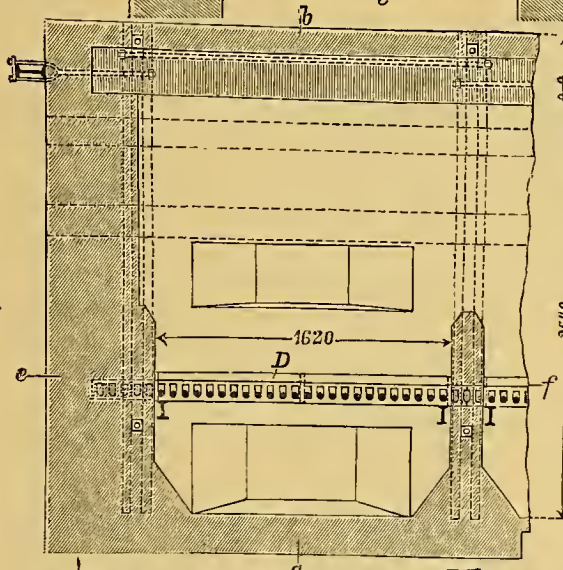



Fig. 1423.

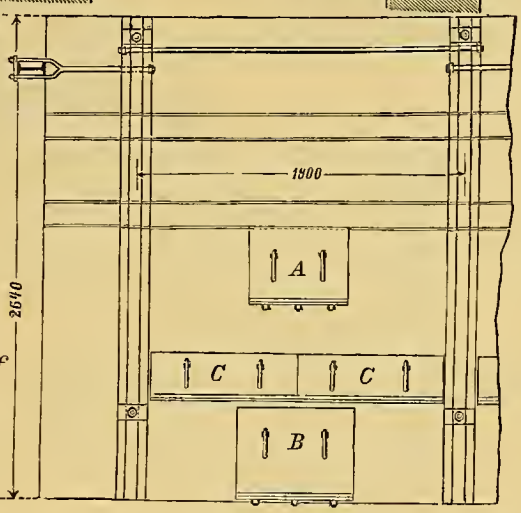
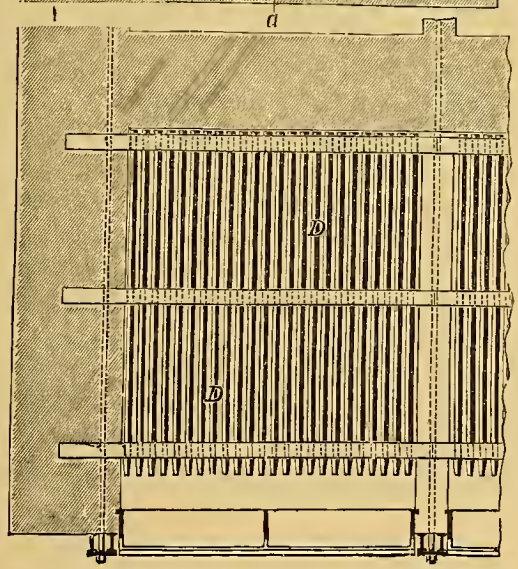



Fig. 1424.




gelagert sind. Jeder Stab läuft in einen Vierkant aus, an dem er mit einem Schlüssel nach Bedarf durch Thür *C* gedreht werden kann.

Das Mauerwerk kanu aus gewöhnlichen Backsteinen hergestellt werden, aber derartige Oefen dürfen allerdings nicht längere Zeit ausser Betrieb bleiben, weil dann rasche Zerstörung des Mauerwerkes eintreten würde. Wenn man die Kosten nicht scheut, ist es besser, das Mauerwerk, wo es mit Gas in Berührung kommt, aus feuerfesten Steinen herzustellen und als Bindemittel feuerfeste Erde mit gesiebtem Sand gemischt zu verwenden.

Die aus sechs Oefen bestehende Anlage, von der die in Figg. 1421 bis 1424 dargestellten nur einen Theil bilden, ist in 1:200 der wahren Grösse in Fig. 1425 in Aufriss, Figg. 1426 und 1427 in senkrechten Schnitten, Fig. 1428 in waagrechtem Schnitt durch die Oefen und in Fig. 1429 in Grundriss dargestellt. Die Schwefligsäure, welche in je drei auf einer Seite liegenden, miteinander verbundenen, und durch eine Mauer von den andern getrennten Oefen entwickelt wird, geht aus diesen Ofengruppen I und II, Fig. 1428, in der Richtung der Pfeile in die Staubkammern $k^1$ und, wenn die in Fig. 1430 in 1:20 der wahren Grösse besonders dargestellten Schliessglocken mittels ihrer Stiele und Ketten $g$ hochgezogen sind, unmittelbar in die darüber liegenden kleinern Kammern $k^2$. Aus diesen steigt sie, wenn auch deren Schliessglocken mit ihren Stielen und Ketten $g^1$, Fig. 1427, gehoben sind, in die Kammern $k^3$ und aus diesen in die Rohre $r$, Fig. 1425, von wo sie durch die gebogenen Rohre $r^1$ und deren Zweige $r^2$ in die zur Erzeugung der Lauge dienenden Gefässe gelangt. Was Seite 1455 von Ventil $f$ gesagt ist, gilt auch für die Schliessglocken. Dieselben dienen hauptsächlich zum Regeln des Zuges und um zu hindern, dass Gas aus andern Oefen von hinten hereindringt, wenn nicht gebrannt wird. Wollte man durch Niederlassen der Schliessglocken den Ofen plötzlich absperren, so würde man damit die sich weiter bildende Schwefligsäure

Fig. 1425.

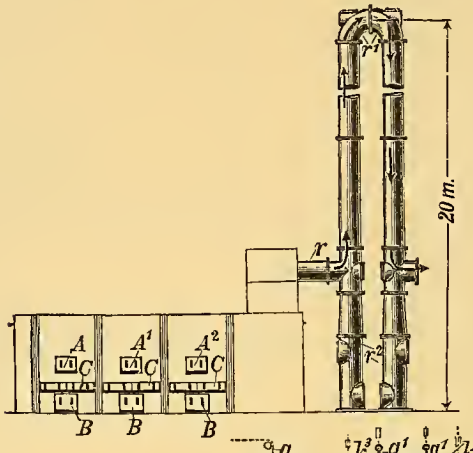



Fig. 1426.

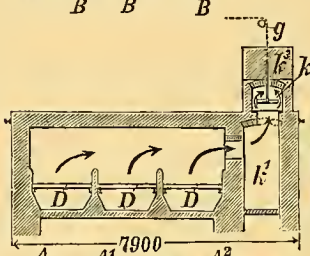



Fig. 1427.

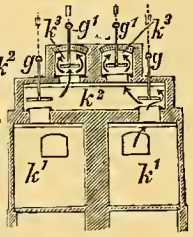



Fig. 1428.

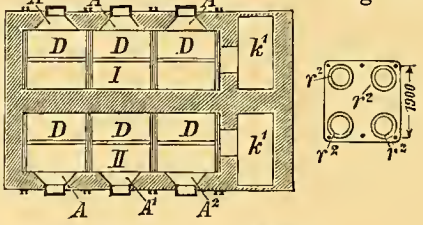



Fig. 1429.

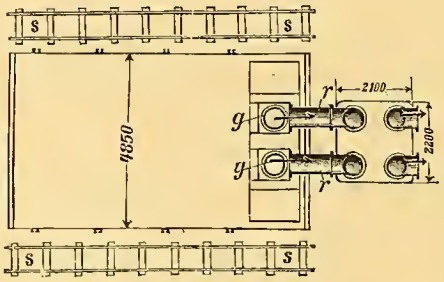
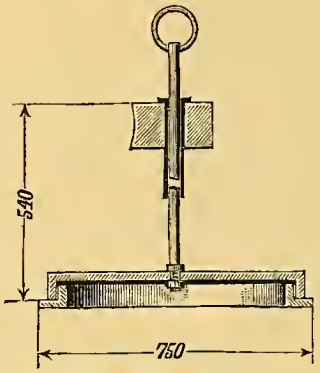



Fig. 1430.



nach rückwärts in die Arbeitsräume drängen. Solches plötzliches Abstellen wird zwar kaum jemals erforderlich, da man stets das Ausbrennen der Ladung abwarten kann, müsste aber, wenn das Mauerwerk nicht luftdicht und die Thüren nicht dicht schliessbar sind, durch Erlöschen des Feuers mittels Aufwerfens von Erde und dergl. bewirkt werden.

Auf beiden Seiten des Ofens laufen auf Grubenschienen *s* (Fig. 1429) kleine Wagen, auf welchen der Schwefelkies den Arbeitern in erhöhter Lage zugeht und daher leichter in den Ofen gegeben werden kann, als wenn er vom Boden aufgenommen werden müsste.

Auf dem langen Wege, welchen die Gase zurücklegen, setzt sich überall Flugstaub (sublimirter Schwefel usw.) ab, der sich von jeder Stelle leicht entfernen lässt. Die Kammern $k^2$, $k^3$ sind zu diesem Zweck an gegenüberliegenden Seiten mit herausnehmbaren Steinen verschlossen. Die Schliessglocken sind, wie Fig. 1430 zeigt, an der Seite, welche aufliegt und den Verschluss bewirkt, mit Bleiblech verkleidet.

Durch entsprechende Stellung der beiden Schliessglocken, oder besser durch geeignetes Oeffnen oder Schliessen der Luftzuführungs-Oeffnungen in den Thüren lässt sich der Zug so regeln, dass gutes Ausbrennen des Röstkieses möglich ist.

Die Beschickung der Oefen mit Kies richtet sich sehr nach der Beschaffenheit des Zuges; bei gutem Zuge kann man nach der Erfahrung eines Fabrikanten schon alle drei Stunden, und zwar soviel Kies aufwerfen, als in dieser Zeit gut ausbrennt. Man braucht dies nur einige Male genau zu beobachten, um das richtige Maass zu finden. Es ist, im Gegensatz zu Seite 1469, nach seiner Ansicht besser, öfter aufzuwerfen, als viel Kies auf einmal aufzugeben und die Gluth im Ofen zu sehr zu dämpfen, weil sonst Schwefel sublimirt und sich in den Rohrleitungen ansetzt. Der Luftzutritt ist aufs äusserste zu beschränken, und wenn alle Thüren gut mit Lehm verstrichen sind, genügt es, dass eine Spalte der Zugöffnung in der Schlackenthüre *B* offen bleibt.

Erfahrungsgemäss hat auch das Wetter Einfluss auf den Zug, da die Kiesöfen bei stürmischer Witterung so viel heftiger ziehen als bei ruhiger, dass oft viel Gas unbenutzt durch die Thürme geht.

Sind die Kiese gut ausgebrannt, so rostet man, d. h. man setzt an jeden Roststab einen Schlüssel und dreht denselben einige Male, wodurch die untersten ausgebrannten Kiese in den Schlackenraum fallen. Dann beschickt man mit frischem Kies. Erst nach zwei- oder dreimaligem Rosten nimmt man die Schlacken mit einer Krücke heraus. Findet man in den Schlacken nach Aufklopfen derselben noch graugelbe Stellen, besonders ganz in der Mitte, so ist dies ein Zeichen, dass sie schlecht ausgebrannt sind und noch Schwefel enthalten. Man muss in diesem Falle sofort untersuchen, wo der Fehler liegt, um grössere Verluste zu vermeiden. Meistens liegt der Fehler in zu frühem Rosten, und sorgfältige Ueberwachung durch einen zuverlässigen Arbeiter ist daher von grösstem Werth.

Herr Ludwig Engelmayer hat 1893/94 eine unter seiner Leitung stehende neue Sulfitstoff-Anlage der Aktien-Gesellschaft für Papierfabrikation in Aschaffenburg gebaut, zu der die in Figg. 1431 und 1432 in Aufriss und in Fig. 1433 in Grundriss in 1 : 100 der wahren Grösse dargestellten Kiesöfen gehören. Dieselben unterscheiden sich in einigen Theilen wesentlich von den vorher beschriebenen und sind eigenartig gruppirt.

Die Kiese werden durch Thüren *a* aufgegeben, die Roststäbe *f* von den Thüren *b* aus gedreht und die Abbrände durch Thüren *d* entfernt. Die Verbrennungs-

gase gelangen durch die mit Ventilglocken $g$ bedeckten Abzugsöffnungen in die über vier Oefen hinziehenden Staubkammern $S$ und durch mit Ventilglocken $h$ verschlossene Oeffnungen in ein Rohr $k$, welches die Gase aus acht Oefen aufnimmt und in die Kühler bringt. Die in die Oefen hineinragende Zunge $n$ und die Abschrägung $o$ der Rückwand sollen die Bildung von Schwefelgarben verhindern, welche sich bei nicht gut geführter oder durch Kiesstaub behinderter Verbrennung an den Wänden

Fig. 1431.

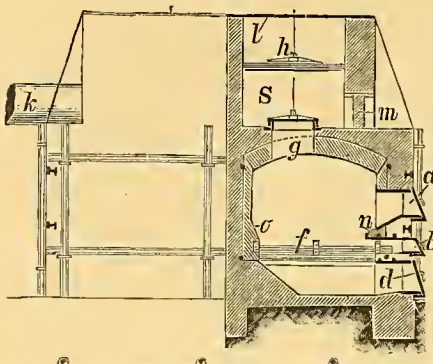
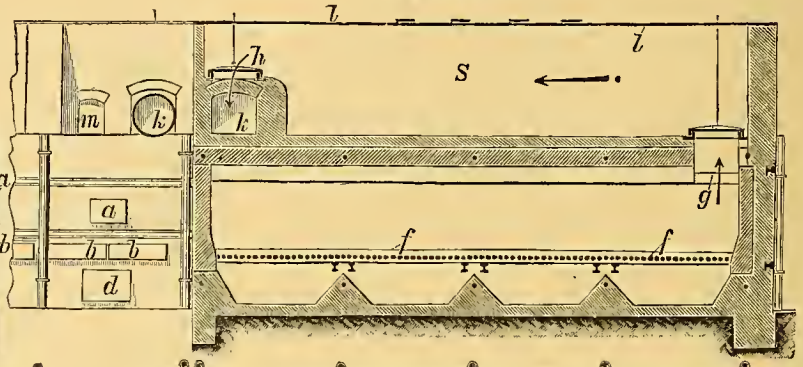



Fig. 1432.



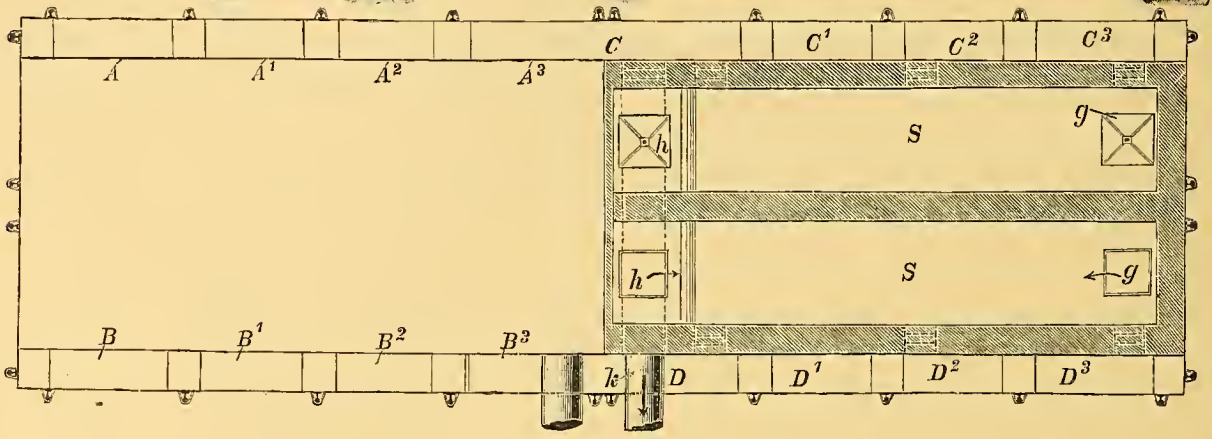




Fig. 1433.

emporschlängeln. Die 50 mm starken quadratischen Roststäbe liegen von Mitte zu Mitte ◆ ◆ 90 mm auseinander. Die 25 mm weiten Schau- und Zuglöcher der Verschlussplatten oder -Thüren sind mit Eisenpfropfen geschlossen. Die Roste $f$ jedes Satzes von vier Oefen $A$-$A^3$, $B$-$B^3$, $C$-$C^3$, $D$-$D^3$ bilden eine gemeinsame ununterbrochene Fläche.

Die Decken der Staubkammern $S$ bestehen aus Gussplatten $l$, welche die Wärme gut durchlassen und damit zur Abkühlung der Gase beitragen. An einer Stelle dieser Decke in Fig. 1432 ist gezeigt, wie jede 1400 mm breite und 3 cm dicke Gusstafel mit angegossener 40 mm breiter Deckleiste über die nächste Tafel greift. Der Raum von 4 bis 5 mm Weite, welcher zwischen jeder Platte und Deckleiste bleibt, wird mit einer Mischung aus Theer und Chamottemehl ausgefüllt.

In den zwei Sätzen von je vier, also in acht Oefen dieser Anlage, die zur Zeit (1895) in Thätigkeit sind, werden in 24 Stunden für eine Erzeugung von 11 000 kg

Zellstoff in 24 Stunden 4800 bis 5300 kg Meggener Kies verbrannt. Der Kies wird alle sechs Stunden frisch aufgeschüttet, und der Abbrand nach je zwölf Stunden durch Drehen der Roststäbe abgeworfen.

Herr Wilh. A. Müller giebt folgende Anleitung für den Kiesofen-Betrieb:

Vor Eröffnung des Betriebes muss der Ofen durch langsames Feuern ausgetrocknet werden. Dann wird der Rost mit Kiesabbränden oder, in Ermangelung solcher, mit zerkleinerten Chausseesteinen 8 — 10 cm unter der Arbeitsthür bedeckt. Auf diese bringt man gewöhnliche Brennstoffe, am besten gut trockenes Holz, entzündet dasselbe und lässt die Verbrennung anfänglich bei offenen Arbeitsthüren und geschlossenen Schliessglocken vor sich gehen. Beginnen die Innenwände des Ofens rothglühend zu werden, was nach 24 Stunden sicher der Fall sein wird, so öffnet man die Schliessglocken und giebt durch die am entferntesten von diesen liegende Einwurfsöffnung *A* (Fig. 1421) die gewöhnliche Menge frischen Schwefelkieses auf. Hierauf werden alle Oeffnungen geschlossen. Der Schwefelkies geräth in Brand und wird, wenn er gut brennt, geebnet. Hierauf beschickt man den Ofen in gleicher Weise durch die Einwurfs-Oeffnungen $A^2$, $A^3$, (Fig. 1425) bis der Ofen auf seiner ganzen Rostfläche mit Schwefelkies beladen ist. Von nun an können die schwefligsauren Gase in die Laugengefässe geleitet werden.

Um den Ofen in gutem Brand zu erhalten, richtet man die Beschickung so ein, dass die in 24 Stunden abzuröstende Menge Schwefelkies zu gleichen Theilen und in gleichen Zeiträumen durch die verschiedenen Einwurfs-Oeffnungen eingetragen wird, und zwar derart, dass zwischen der Beschickung zweier nebeneinander liegenden Ofen-Abtheilungen die grösstmögliche Zeit verfliesst.

Dies erreicht man, wenn die Beschickung beispielsweise in folgender Reihenfolge bewirkt wird, also

(Fig. 1428)

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I A | morgens | 6 | Uhr | und | abends | 6 | Uhr | beladen wird. |
| I $A^1$ | mittags | 2 | „ | „ | nachts | 2 | „ | |
| I $A^2$ | morgens | 10 | „ | „ | abends | 10 | „ | |
| II $A^2$ | „ | 8 | „ | „ | „ | 8 | „ | |
| II $A^1$ | mittags | 4 | „ | „ | morgens | 4 | „ | |
| II A | „ | 12 | „ | „ | nachts | 12 | „ | |

Die Beschickung selbst wird so ausgeführt, dass die jeweilige Aufgabe (*Charge*) von etwa 300 bis 350 kg Schwefelkies (welch letzterer bei so kleinen Betrieben, wie sie bei den Sulfitzellstoff-Anlagen Regel sind, vortheilhaft durch Handarbeit in Welschnussgrösse zerkleinert — gepocht — wird) zunächst auf einen flachen Grubenwagen abgewogen wird. Zu dieser Aufgabe werden jedesmal etwa 6 bis 8 pCt. Staub- (Abfall-) Kies mitverwogen. Die abgewogene Aufgabe wird vor den zu beschickenden Ofen gefahren, die Thür zur Einwurfsöffnung entfernt und durch die letztere, zweckmässig von zwei Arbeitern, eingetragen und nach erfolgter Eintragung sofort im Ofen so geebnet, dass der Kies von der Oberkante der Einwurfsöffnung nach der Rückwand zu etwas ansteigt und keine Vertiefungen aufweist, weil solche ungleichmässiges Ausbrennen der Kiese bewirken könnten.

Alle Thüren und Stopfen sind während des Betriebes verschlossen zu halten, da bei regelmässigem Gang des Röstverfahrens doch genügend Luft durch die Fugen zum brennenden Kies strömt, und Luftüberschuss nach Thunlichkeit vermieden werden muss. (In neuesten Schwefelsäure-Fabriken sollen die Oefen derart mit Eisenplatten verankert sein, dass keine Nebenluft durch das Mauerwerk eintreten kann, und der Luftzutritt sich durch die Thüren regeln lässt. D. Verf.) Auch ist jedes Durchwühlen des brennenden Kieses bei regelmässigem Betriebe überflüssig und schädlich. Ungefähr zwei Stunden vor der jeweiligen Beschickung dreht man den Rost des Ofens etwas und ungefähr eine halbe Stunde vor seiner Beschickung ganz ab, d. h. man entfernt durch Drehen der Roststäbe den abgerösteten Kies.

Ist der Kies frisch aufgeworfen, so erscheint natürlich die Aufwurf-Stelle im Ofen schwarz; allmälig beginnt die Entzündung des Kieses, und schwach blau leuchtende Flammen brechen daraus hervor, die grösser und lebendiger werden und die ganze Masse bedecken. Nach einigen Stunden werden dieselben wieder seltener; die Masse ist aber inzwischen heiss geworden und wird hellrothglühend aussehen. Später, und Schritt haltend mit dem Ausbrennen des Kieses, wird sie wieder kälter, und die Gluth ist am Ende der Röstperiode oft garnicht oberflächlich sichtbar. Erst bei etwaigem Umrühren zeigt sie sich von neuem.

Ist der Luftzug zu schwach, was, wie erwähnt, häufiger wegen Verstopfung in den Rohren und Laugen-Einrichtungen als durch Unregelmässigkeit beim Rösten vorkommt, so verbrennt nicht aller Schwefel des Kieses zu schwefliger Säure, sondern derselbe fängt an zu sublimiren, d. h. als Schwefel zu verdampfen unter gleichzeitiger Bildung von Einfach-Schwefeleisen, welches leicht schmilzt und dann Kiesofenschlacke, sogenannte Sauen erzeugt, die ihrerseits den Luftzug stören. Das Röstverfahren sollte allerdings so sorgfältig geleitet werden, dass diese Schlacken

garnicht entstehen, da sie grossen Verlust an Schwefel verursachen, und die derzeitig erzeugte Sulfitlauge ihres Gehaltes an freiem Schwefel wegen unter Umständen nicht verwendet werden kann. Man muss daher Sorge tragen, dass alle Störungen des Luftzuges rechtzeitig gefunden und behoben werden. Hat sich aber Schlacke im Ofen gebildet, so muss diese daraus entfernt werden. Dies gelingt anfangs noch leicht, da die Schlacke zuerst an der Oberfläche entsteht und von dort mit Haken aus der Arbeitsthür gezogen werden kann. Wenn man sie freilich anfangs übersehen hat, und sie schon tiefer gesunken ist, wobei sie sich immer mehr vergrössert, wird ihre Entfernung schon schwerer. Man muss dann mit einer sehr grossen und schweren Brechstange aus bestem zähem Eisen von etwa 4 m Länge und 5 cm Dicke, welche wie in Fig. 1434 gebogen ist, in den Ofen durch die Arbeitsthür einfahren, so lange darin arbeiten, bis man mit der Spitze $y$ unter den Schlackenkuchen gekommen ist und denselben durch die vereinigte Kraft mehrerer Männer, welche auf das Ende $x$ wirken, in die Höhe hebt, trotz des Widerstandes der darüber lagernden Pyritmasse. Diese Arbeit ist sehr unangenehm, anstrengend und schwierig.

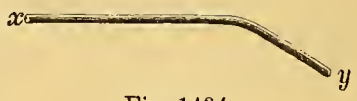


Fig. 1434.

Sehr mangelhafter Zug macht sich schon dadurch leicht kenntlich, dass das Gas aus allen Ritzen des Ofens herausbläst und namentlich beim Oeffnen der Arbeitsthür herausdringt. Ausserdem tritt ein unangenehm süsslicher Geruch auf, und die Innenwände der Arbeitsthür, Stopfen usw. werden durch niedergeschlagenen Schwefel gelb gefärbt, ja sogar schmierig, während bei regelmässigem Zuge diese Stellen durch Ferrisulfat weiss beschlagen sind.

Bei zu starkem Zuge können unter Umständen die gleichen Erscheinungen der Schwefelsublimation auftreten, und wenn derselbe nicht rechtzeitig geregelt ist, wird der Ofen bald erkalten. Durch stärkeres Schliessen der Schliessglocken kann diesem Missstande leicht abgeholfen werden.

Wenn ein Kiesofen im richtigen Gange ist, so wird derselbe, von aussen angefühlt, in seinem obern Theile, etwa 15 cm oberhalb der Einwurfthür ($A$), so heiss sein, dass man die Hand darauf nicht halten kann; weiter unten muss er kühler, und unmittelbar über den Rosten unter allen Umständen kalt oder höchstens handwarm sein.

Die Beschickungsmenge muss auch ab und zu dem im Ofen herrschenden Vorgange angepasst werden. So kann es vorkommen, dass durch zu geringe oder zu starke Aufgaben die Oefen bald zu kalt, oder bei stärkerer Aufgabe anfänglich zu heiss gehen. Durch Erhöhung oder Verminderung der Aufgaben lässt sich hier leicht Abhilfe schaffen.

Der Zug der Gase in den Röhren und deren Gehalt an schwefliger Säure werden in bekannter Weise gemessen. Diese Messungen sind möglichst oft vorzunehmen, weil sich aus den hierbei gefundenen Ergebnissen der ganze Betrieb vom Chemiker besonders gut beurtheilen lässt.

Für die Erzielung möglichst starker Laugen ist es geboten, dass unter sonst normalen Verhältnissen die schwefligsauren Gase etwa 11 bis 12 Volumen-Prozent schwefliger Säure enthalten. Dies lässt sich dadurch erreichen, dass der Zug in den Oefen so schwach wie nur thunlich gehalten wird.

Um übermässig grosse Bildung von Schwefelsäureanhydrit in den Röstgasen zu verhindern, empfiehlt es sich, dass der anzuwendende Kies gut trocken ist, was sich leicht erreichen lässt, wenn man den Tagesverbrauch an gepochtem Kies bei den warmen Oefen lagert und den Stückkies unter Dach aufbewahrt.

Wenn die Kühlrohre usw. stark mit Flugstaub verschmutzt sind, und der Zug in den Oefen dadurch gelitten hat, müssen die Rohre gereinigt werden. Dies kann vorgenommen werden, ohne dass der Betrieb des Ofens darunter leidet, indem man nur die den Rohren zunächst gelegene Schliessglocke schliesst. Dadurch werden die Gase des einen Ofensystems hinüber zu den Gasen des zweiten Systems geleitet, und die abgesperrten Kühlrohre können durch die angebrachten Mannlöcher vom Schmutz befreit werden.

Werden nur trockene oder vorgetrocknete Kiese verarbeitet, so bilden sich, wie erwähnt, nur geringe Mengen Schwefelsäure, und diese setzt sich, bei der in den Kühlrohren bewirkten Abkühlung, im untern Theile des abwärts gerichteten Rohres grösstentheils ab. Da derselbe mit Blei bekleidet und mit Eisendrahtspänen ausgefüllt ist, werden die Gussrohre vor dem Angriff der Schwefelsäure gut geschützt.

Für die Sulfitzellstoff-Fabrikation eignet sich am besten solcher Schwefelkies, welcher von möglichst gleichmässiger und fester Beschaffenheit ist, auch nach erfolgter vollständiger Abröstung fest bleibt und nicht leicht zerbröckelt. Zeigt er diese gute Eigenschaft nicht, so bedarf die Bedienung der Kiesöfen bedeutend schärferer Aufmerksamkeit, weil das Abbrandpulver Verstopfungen des Rostes und damit Störung des Luftzuges verursacht.

Die beschriebenen Oefen sind hauptsächlich der Verwendung der erwähnten westfälischen Kiese angepasst, lassen sich jedoch auch für Kiese anderer Herkunft benutzen, wenn man die Maasse nach deren Eigenart ändert.

Der von den Gruben meist in grossen Stücken gelieferte Schwefelkies muss vor allem an einem trockenen Ort aufbewahrt werden. Zum Rösten desselben ist es, wie oben gesagt, nothwendig, dass er in etwa nussgrosse Stücke zerschlagen wird, was man am besten von Arbeitern im Akkord besorgen lässt. Es giebt wohl auch »Kiesbrecher« zum Zerkleinern; sie haben aber den Uebelstand, dass durch sie bedeutend mehr Staub, sogenannter Feinkies, entsteht. Je kleiner die Stücke sind, desto weniger Schwefel bleibt in den Schlacken zurück. Der zerschlagene Kies wird durch ein Gatter mit Maschen von 5 bis 7 mm Weite geworfen, welches den Feinkies durchlässt und dadurch abscheidet. Man hat nach Lunge darauf zu sehen, dass keine grössern Stücke darin sind als durch ein Sieb von 75 mm Maschenweite gehen und keine kleineren als auf einem Sieb von 12 mm oder auch von 6 mm zurückbleiben. Wenn man, wie es meist der Fall ist, höchstens $7\frac{1}{2}$ Prozent der ganzen Kiesmenge in Feinkies hat, so kann man denselben mitverbrennen, indem man auf eine Beschickung von etwa $6\frac{1}{2}$ Centner stets $\frac{1}{2}$ Ctr. davon besonders für den Heizer zurechtlegen lässt. Dieser soll erst den Rost mit Grobkies wie gewöhnlich beschicken und den Feinkies mit der Schaufel an den Seiten und der Rückwand des Ofens entlang aufwerfen, jedoch so, dass der grösste Theil der Grobkiesfläche, besonders die Mitte, davon frei bleibt. Durch Erhöhung der Kiesschicht an den Seiten, wo die Luft sonst leichter durchdringt, wird der Zug durch die ganze Schicht gleichmässiger.

Feinkies legt sich auf dem Rost so dicht zusammen, dass er der Luft keinen genügenden Durchgang gestattet und sich desshalb nicht in der für Stückkiese beschriebenen Weise brennen lässt. Manchmal, wenn auch selten, steht dem Sulfitstoff-Fabrikanten Feinkies allein, oder doch in so vortheilhafter Weise zur Verfügung, dass er auf dessen Verwendung angewiesen ist, und in solchen Fällen muss er sich des dafür erprobten Platten- oder Etagen-Ofens bedienen. Der in Figg. 1435 und 1436 in 1:100 der wahren Grösse in Aufriss-Schnitten dargestellte Ofen dieser Art ist Lunge's Soda-Industrie entnommen, wo er den letzten einer längeren Reihe bildet. Die Platten oder Etagen $a$, $b$, $c$, $d$, $f$, $g$ und die geglättete Gewölbdecke $h$ werden, sobald der Ofen mit Kohlenfeuer zur Weissgluth gebracht ist, durch die zugehörigen Thüren $a^1$, $b^1$, $c^1$, $d^1$, $f^1$, $g^1$, $h^1$ mit Feinkies beschickt, der sofort in Brand geräth. Die Verbrennungsgase ziehen von unten nach oben, über die Platten streichend, durch den Auslass $l$ in den Flugstaubkanal $m$ und werden von

Fig. 1435.

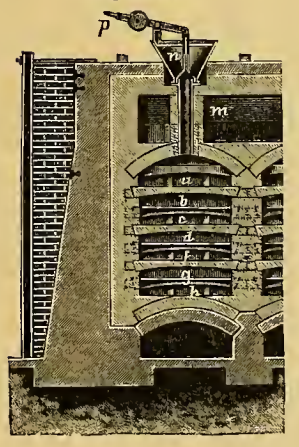
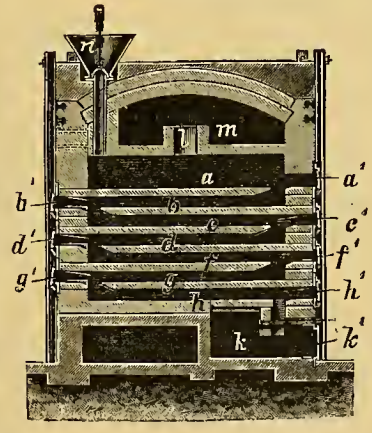
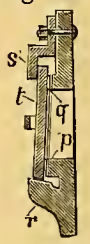



Fig. 1436.



hier weitergeleitet. Der frische Kies wird während des Betriebs aus dem damit gefüllten Trichter $n$ durch Oeffnung des Ventils mit dem Hebel $p$ auf die oberste Platte $a$ geschüttet und von hier allmälig durch die Thüren über die andern Platten weitergeschoben, bis er unten ausbrennt und von Platte $h$ aus in den Keller $k$ fällt. Aus letzterem werden die Abbrände nach Bedarf durch die Thür $k^1$ von etwa 50 cm im Geviert herausgenommen. Beim Aufschütten von frischem Kies macht man zuerst die unterste Platte $h$ frei, sodass sie den Kies von $g$ aufnehmen kann usw. Die Platten bestehen aus einem Stück bester Chamotte-Masse, haben 1,5 × 0,5 m Fläche, sind unten gewölbartig, in der Mitte etwa 90, an den Enden 130 mm hoch.

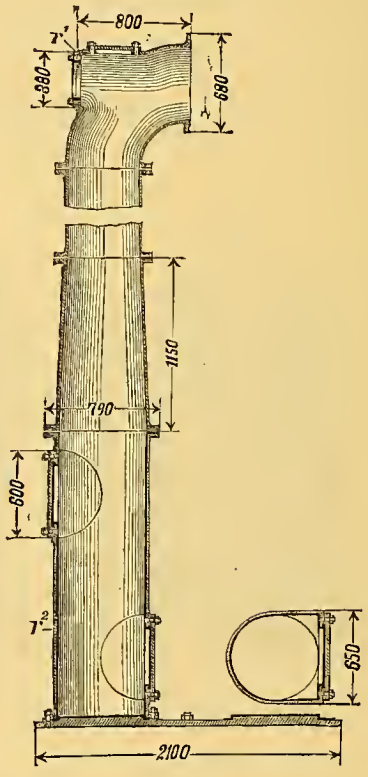
Fig. 1437.




Die Thüren $a^1\,b^1\,c^1$ gleiten, wie der Querschnitt $t$ einer solchen in Fig. 1437 zeigt, mit ihren gehobelten Rändern auf gleichfalls gehobelten, an die Frontplatten angegossenen Leisten $q$, $p$ und $r$, ohne einer andern Dichtung oder Verschmierung zu bedürfen. Oben wird jede Thür von angebolzten Kniestücken $s$ gehalten, unter denen sie hingleiten kann. Trotz der abgehobelten Dichtungsflächen dringt jedoch so viel Luft in den Ofen, dass besondere Luftöffnungen weder nöthig noch vorgesehen sind.

**530. Kühlrohre und Reinigung des Gases.** Aus den Seite 1449 angegebenen Zahlen ist ersichtlich, dass Wasser um so mehr Schwefligsäure-Gas aufnehmen kann, je kälter es ist. Bei Herstellung von Sulfitlauge ist es aber von Wichtigkeit, dass das kalkhaltige Wasser möglichst viel Gas aufnimmt, damit eine an freier Säure reiche Lauge entsteht. Man muss desshalb dafür sorgen, dass die Temperatur möglichst niedrig gehalten wird, was nur dadurch geschehen kann, dass man die hohe Temperatur von ungefähr 400 ° C., welche die Schwefligsäure bei der Verbrennung von Schwefel annimmt, soweit als thunlich herabmindert.

Fig. 1438.




In den Figg. 1425, 1428 und 1429 sind solche Kühlrohre mit dargestellt. Der in Fig. 1438 in 1 : 50 der wahren Grösse ausgeführte senkrechte Schnitt eines gusseisernen Rohrstranges aus Fig. 1425 zeigt dessen Bauart und giebt die Abmessungen in Millimetern. Der untere Theil $r^2$ der senkrechten Röhren giebt Gelegenheit zur Ablagerung von Flugstaub und ist durch die beiden aus der Zeichnung ersichtlichen Thüren zugänglich. In Fig. 1438 rechts ist auch die Form eines mit Thür versehenen Rohransatzes in einem waagrechten Querschnitt gegeben. Die Deckel oder Thüren dieser Stutzen, sowie die untern Rohrtheile $r^2$ sind mit 8 mm starkem Bleiblech ausgefüttert. Diese Rohre $r^2$ d. h. die Theile der Rohrleitung, welche nicht von Gasen durchströmt werden, sind überdies mit mittelfeinen Eisendraht-Spänen aus-

gefüllt, welche die von den Gasen mitgebrachte Schwefelsäure aufnehmen und festhalten. Sie werden dadurch in Eisenvitriol umgewandelt und müssen nach Bedarf erneuert werden. Die grosse Länge der bis 20 m hoch geführten Rohre bewirkt sehr vollkommene Abkühlung der Röstgase. Sie trägt auch zur Erzeugung des Zuges bei, welcher zum Fortgang der Gase durch die Oefen und Laugen-Bereiter nöthig ist. Beim Eintreten in die Rohre sind diese Röstgase nämlich noch sehr heiss, daher leichter als die atmosphärische Luft und werden von der in die Oefen nachströmenden Luft nach oben gedrückt. Während des Aufsteigens im ersten Röhrenschenkel $r^1$ kühlen sie sich ab und werden infolgedessen allmälig spezifisch schwerer, bis sie schwerer als die atmosphärische Luft geworden sind. Eine so weitgehende Abkühlung wird beim Eintreten in den zweiten, abwärts laufenden Schenkel $r^1$ gewöhnlich unter normalen Umständen erreicht, und dann fallen die Röstgase vermöge des höhern spezifischen Gewichts herab und bewirken eine weitere Zugvermehrung im Ofen.

Die oben erwähnte Füllung des untern Rohrtheils $r^2$ mit Eisendraht-Spänen wird von tüchtigen Chemikern für schädlich gehalten, weil der im Ueberschuss vorhandene Eisendraht von dem in den Gasen in aktiver Form vorhandenen Luftsauerstoff zu Eisenoxyd $Fe_2O_3$ oxydirt wird, auf welches Schwefligsäure reduzirend wirkt, indem sie das Eisenoxyd in Oxydul FeO umwandelt und durch Aufnahme des Sauerstoffs aus dem Eisen zu Schwefelsäure wird. Durch den Eisendraht würde auf diese Art die Entstehung von Schwefelsäure befördert.

Eisendraht ist übrigens in vielen Fällen entbehrlich, da sich Wasser zur Beseitigung der Schwefelsäure besser eignet. Wasser saugt nämlich mit grosser Begierde Schwefelsäure auf, und man braucht daher nur die Schwefel-Gase durch einen mit Wasser gefüllten Behälter zu drücken oder zu saugen, um alle Schwefelsäure darin abzufangen. Wenn sich im Anfang auch Schwefligsäure darin auflöst, so wird diese von der sich immer mehr ansammelnden Schwefelsäure wieder ausgetrieben. Das Wasser in dem Behälter wird nach und nach zu starker Schwefelsäure von etwa 40 ° Bé., für die der Fabrikant beim Bleichen Verwendung findet. Die Gase dürfen jedoch erst in das Aufnahme-Wasser treten, wenn sie auf mindestens 50 bis 60 ° C. abgekühlt sind, da sonst Verdampfung eintritt, und die aufgenommene Schwefelsäure so konzentrirt wird, dass sie die Gefässe angreift. Bei Thurmbetrieb ist diese Art der Gewinnung von Schwefelsäure nicht anwendbar, weil die Gase, um genügenden Zug hervorzubringen, mit höherer Temperatur in das Steigrohr treten müssen. Für solchen mag nachstehend erklärte, von Ferdinand Wolesky in Nr. 41 der Papier-Zeitung von 1895 empfohlene Anwendung von Kupfer anstelle von Eisen zweckmässig sein:

Bei Verwendung von Eisen geht der ganze Schwefel der Schwefelsäure für die Fabrikation von schwefliger Säure verloren. Bei Anwendung von Kupfer in Form von Spänen geht die Umsetzung jedoch anders vor sich.

$$\underset{\text{Schwefelsäure}}{2\,SO_4H_2} + \underset{\text{Kupfer}}{Cu} = \underset{\text{Kupfervitriol}}{CuSO_4} + \underset{\text{Wasser}}{2\,H_2O} + \underset{\text{Schweflige Säure.}}{SO_2}$$

Die Hälfte der Schwefelsäure wird bei Gegenwart von Kupfer ebenfalls gebunden und bildet schwefelsaures Kupfer (Kupfervitriol), die andere Hälfte jedoch wird zu Schwefeldioxyd (schweflige Säure) reduzirt und kommt der Fabrikation zu Nutze. Das gebildete Kupfervitriol geht, wie weiter noch bewiesen wird, der Fabrikation auch nicht verloren. Die Verwendung des Kupfers im Betriebe erfolgt in Form von Kupferdrehspänen, deren Preis verhältnissmässig gering ist, da es nur Abfälle sind. Man kann auch die Anwendung blanker Kupferdrehspäne umgehen, indem man verkupferte Eisendrehspäne an deren Stelle verwendet.

Die Herstellung derselben ist höchst einfach. Man legt Eisendrehspäne in eine Lösung von Kupfersulfat oder Kupfervitriol, wodurch sich metallisches Kupfer abscheidet, und eine äquivalente Menge Eisen in Lösung geht (Cementation). Die so erhaltenen Kupfer-Eisendrehspäne werden solange in Benutzung gelassen, als noch metallisches Kupfer vorhanden ist. Ist die Ausnutzung zu Ende, so bringt man die mit Kupfervitriol belegten Eisendrehspäne, sowie den Bodensatz aus der Kammer, die hinter dem Schwefel- oder Kiesofen einzuschalten ist, ins Wasser. Das Kupfervitriol löst sich auf, setzt sich von neuem als metallisches Kupfer auf Eisen ab, und die Späne sind wieder für den Betrieb vorbereitet.

Theoretisch würde man also an Kupfer keinen Verlust haben, in der Praxis wird man wohl in das Gefäss, in dem man die Verkupferung vornimmt, stets frisches Kupfervitriol geben müssen. Dieser Zusatz an Kupfervitriol, der dem Verluste an Kupfer in der Fabrikation gleichkommt, wird sich auf das Mindestmaass herabdrücken lassen, wenn dem Betriebe volle Aufmerksamkeit gewidmet werden kann. Durch diese Anordnung werden die Mehrausgaben, die der höhere Preis des Kupfers verursacht, ziemlich ausgeglichen. Die Einschaltung der Späne erfolgt, wie gesagt, hinter dem Schwefel- oder Kiesofen; die von den Gasen mitgeführte Wärme leitet die Reaktion ein, die Gase selbst werden theilweise abgekühlt.

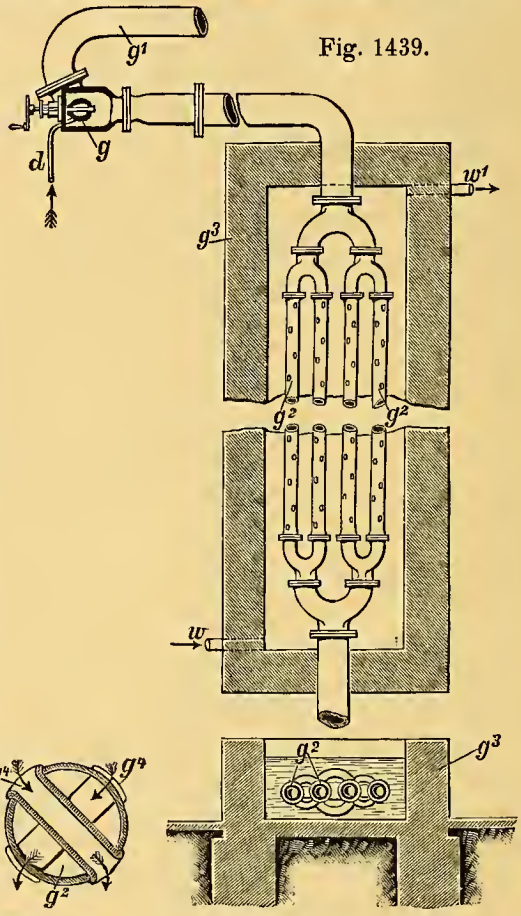


Fig. 1439.

Fig. 1441.

Fig. 1440.

Eine von Dr. Karl Kellner in Hallein in Nr. 83 der Papier-Zeitung von 1894 beschriebene Kühl-Einrichtung ist in Figg. 1439 und 1440 in Grund- und Aufriss dargestellt. Die Dampfstrahl-Pumpe $g$, welcher durch Röhrchen $d$ Dampf zugeführt wird, saugt die Schwefligsäure vom Ofen her durch das Bleirohr $g^1$ und bläst sie weiter durch die in Wasser liegenden Rohrstränge $g^2$. Das Wasser strömt bei $w$ unten in den Kühlraum $g^3$ und verlässt denselben oben bei $w^1$. Die vier Rohrstränge $g^2$ sind mit den oben erwähnten, in Fig. 1441 deutlich gezeichneten, quer eingesetzten Röhrchen $g^4$ versehen. Diese nach Art der Galloway-Rohre eingelötheten dünneren Bleirohre sollen den Gasstrom fortwährend theilen und dadurch die Bildung eines heissen Gaskerns hindern.

Die hier beschriebene, anstelle der sonst üblichen Druck- oder Saugpumpe zum Durchtreiben der Schwefligsäure angewandte Dampfstrahlpumpe (Injektor) $g$ hat den Nachtheil, dass im Verhältniss zu der Leistung viel Dampf verbraucht wird, und dass dieser Dampf sich mit den Schwefelgasen mischt, also deren Wärme vermehrt, während man sich anderseits bemüht, dieselben möglichst zu kühlen.

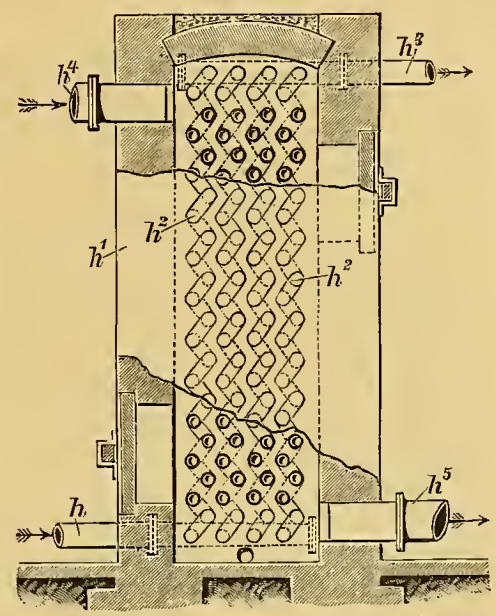
Ein senkrechter von Dr. Kellner an derselben Stelle beschriebener Kühler ist in Figg. 1442 und 1443 in Auf- und Grundriss dargestellt.

Die von dem Einflussrohr $h$ mit Kühlwasser gespeisten Bleirohre $h^2$ gehen in der aus der Zeichnung ersichtlichen Lage waagrecht durch den Kühlschacht, in dessen Wänden $h^1$ sie gelagert sind, und geben das Wasser am obern Ende an das Abflussrohr $h^3$ ab. Das Schwefligsäure-Gas tritt durch Rohr $h^4$ oben ein und

zieht durch $h^5$ unten ab. Die Gase sollen in diesem Kühler bis auf eine Temperatur herabgekühlt werden, die der des Kühlwassers auf 2 bis 3 ° nahe kommt.

Die meisten Fabrikanten bedienen sich einfacherer Einrichtungen, viele begnügen sich sogar damit, die Gase durch weite Blei- oder Eisenguss-Rohre ziehen zu lassen und nur bei warmem Wetter dieselben mit Wasser zu kühlen. In nordischen Ländern, wo die Temperatur den grössten Theil des Jahres hindurch niedrig ist, kann Luft allein zur Kühlung ausreichen, besonders wenn man die Röhren an schattigem Platze im Freien oder in gedecktem aber kühlem Raume aufstellt. Es ist jedoch zweckmässig, dafür zu sorgen, dass bei warmem Wetter durch Umspülung oder Berieselung eines Theils der Leitung mit Kühlwasser nachgeholfen werden kann. Bleirohre sind in der Anschaffung sehr theuer, aber auf die Dauer vortheilhafter, weil sie der Einwirkung der Gase und Säuren dauernd widerstehen und stets den Bleiwerth behalten, während die billigeren Eisenguss-Röhren, je nach ihrer Zusammensetzung und Behandlung nur eine Reihe von Jahren standhalten. In jedem Fall muss man die Röhren so weit nehmen, dass die Gase keine Einengung erleiden oder scharfe Krümmungen durchlaufen, weil sie dies nur mit Aufwendung stärkern Zugs oder Drucks könnten. Jeder Theil der Leitung muss sich, womöglich ohne Auseinandernehmen, durch Thüren und Ansätze reinigen lassen.

Fig. 1442.



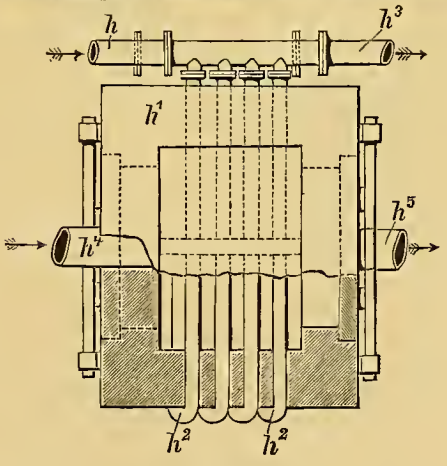




Fig. 1443.

Gusseiserne Leitungen sind mindestens 12 bis 15 m lang und bestehen meist aus Muffenrohren von etwa 30 cm Weite und etwa 10 mm Wandstärke. Die einzelnen in einander gesteckten Rohre der Kühlleitung werden durch Eingiessen von Gips in den Verbindungstrichter gedichtet. Flanschenrohre haben Muffenrohren gegenüber den Vortheil, dass sie sich leichter einzeln auswechseln lassen.

Eine solche Kühlleitung hat ziemlich grosses Gewicht und muss daher mit Eisenstangen und -Bändern an der Thurmrüstung oder an Gebäuden gut befestigt werden. Da diese Gussrohre verhältnissmässig bald von den Gasen zerfressen werden, Löcher und undichte Stellen erhalten, so thut man gut, alle Gussrohre gleich gross zu machen und stets einige auf Lager zu halten. Wenig schadhafte Stellen der Leitung können durch Verstreichen mit Gips für einige Zeit wieder gasdicht gemacht werden. Es wird empfohlen, aussen an einer leicht sichtbaren Stelle der Kühlleitung ein Glasrohr, ähnlich dem Wasserstandsglas der

Dampfkessel, anzubringen, an welchem man erkennt, wenn Sublimation eintritt. Der unverbrannte, nicht verflüchtigte Schwefeldampf setzt sich nämlich an die innere Wand des Glasrohres und färbt dasselbe gelb; der Schwefelheizer weiss also sofort, was er zu thun hat.

Da die engen Wasserstandsrohre sich leicht verstopfen, so erscheint es zuverlässiger, dass man an zwei gegenüber liegenden Stellen Glasfenster einsetzt, durch die man das Innere beobachten kann, und die sich beim Sublimiren mit Schwefel beschlagen.

Manchmal wird in der Leitung ein kleines Bleiröhrchen mit Hahn oder Stöpsel zur Entnahme von Gasen usw. angebracht. Es dient besonders zu der weiterhin beschriebenen Untersuchung der Gase und dadurch zur Ueberwachung des Ganges der Kiesöfen.

Eine Anordnung von Kühlrohren in Verbindung mit Laugenthürmen ist in Fig. 1444 skizzirt. Sie besteht aus auf- und absteigenden Rohren $R$, welche oben durch ein drittes Rohr $R^1$ miteinander verbunden sind. Man kann gusseiserne Flanschen- oder Muffenrohre verwenden, obwohl das Eisen dem schwefligen Gase höchstens drei Jahre widersteht, und die zerfressenen dann durch neue Rohre ersetzt werden müssen. Anstelle derselben haben sich auch gut gebrannte Thonrohre bewährt, doch ist es nicht rathsam, den aufsteigenden Strang daraus herzustellen, weil sie hier durch die grosse Wärme der noch wenig abgekühlten Gase leicht Sprünge bekommen und sich schwieriger ausbessern lassen als eiserne. Die Enden der ⊓ förmigen Leitung sind mit Kreuzstücken versehen, durch welche man die Rohre reinigen kann. Das in Fig. 1444 veranschaulichte Gerüst muss in Lagen, die dem Wind sehr ausgesetzt sind, noch durch starke hölzerne Streben gestützt oder mit Eisenstangen am Boden und benachbarten Mauern befestigt werden. Die Höhe der Leitung ist von wesentlichem Vortheil, denn je höher dieselbe ist, desto besser ist der Zug. Neuerdings baut man die Kühlleitung auf selbständige Gerüste, etwa 5 m höher als die Thürme, und erzielt damit vorzüglichen Zug.

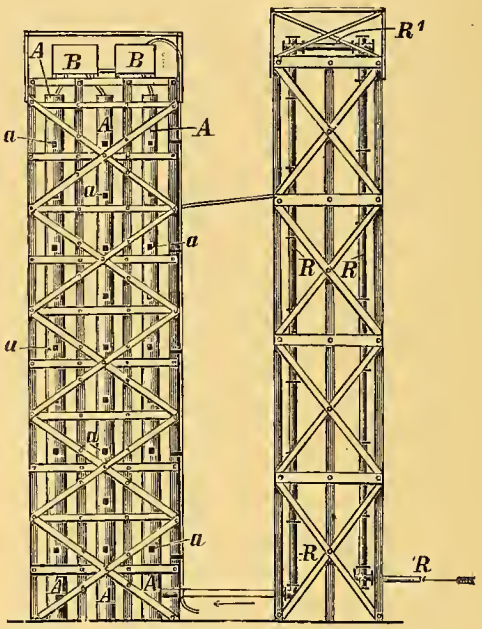
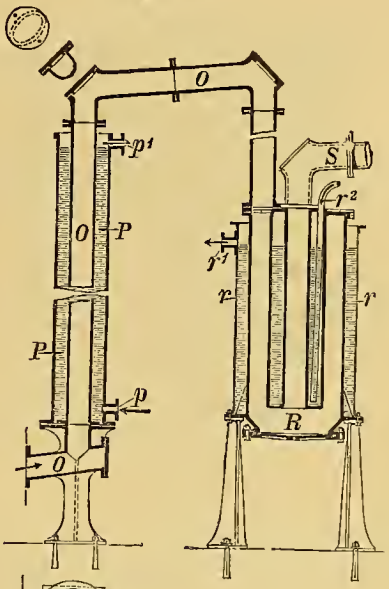


Fig. 1444.

Wiederholte von einem Fabrikanten mit Schwefelöfen angestellte Versuche führten zu dem Schluss, dass diese um so bessern Zug erhalten, je näher sie dem aufsteigenden Rohre der Kühlleitung liegen. Er stellte die Oefen infolgedessen direkt unter die Rohrleitung und erzielte damit sehr gute Ergebnisse. Befinden sich bei Thurmbetrieb die Oefen weiter als etwa 3 bis 5 m von dem aufsteigenden Rohre der Kühlleitung entfernt, so muss man mit Gebläsen (saugenden Injektoren) arbeiten, oder den Thurm mit dem Fabrikschornstein durch einen hölzernen Kanal oder eine Rohrleitung verbinden.

Dr. A. Frank, Charlottenburg, wendet in Verbindung mit dem in Figg. 1412 und 1413 dargestellten Schwefelofen eine aus Vor- und Hauptkühler bestehende Einrichtung an. Vom Vorkühler sind in Figg. 1445 und 1446 in 1 : 50 der wahren Grösse Aufriss-Schnitt und Grundriss gegeben. Das Rohr *O* dieses Vorkühlers wird unmittelbar an das Auslassrohr *G* (Figg. 1412/13) der Gase des Schwefelofens geschraubt. Die Schwefelgase treten also in den waagrechten Theil ein und gelangen von da in das senkrechte Hauptrohr, wo sie von im oben offenen Mantel *P* befindlichem Wasser gekühlt werden. Das Wasser fliesst in diesen Mantel durch die Seitenöffnung *p* unten langsam ein und durch $p^1$ oben aus. Falls durch Unachtsamkeit Schwefeldampf mit den Gasen aus dem Ofen entwichen ist, verdichtet er sich in dem Rohr *O* zu flüssigem Schwefel und fliesst durch das nach dem Ofen hin abfallende Rohr *O* und *G* in die Schwefelpfanne *B* (Figg. 1412/13) zurück.

Fig. 1445.



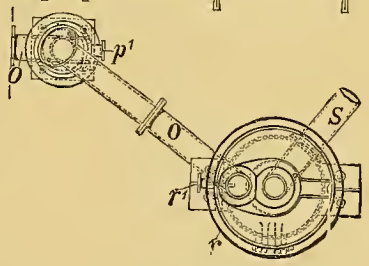




Fig. 1446.

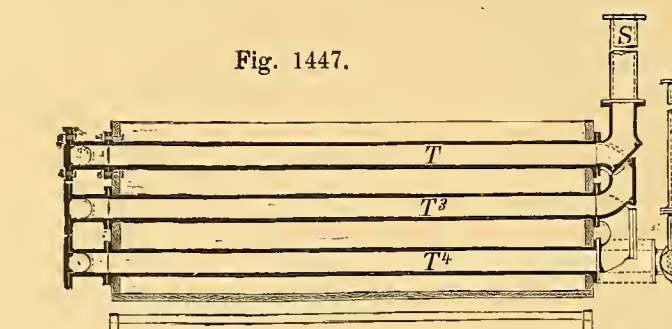
Das Rohr *O* bringt die Gase dann in die Staubkammer *R*, wo sie von aussen und innen gekühlt werden und noch etwa vorhandenen Schwefelstaub absetzen. Der äussere Blechmantel *r* des Kühlers hat einen Wasserausfluss $r^1$, und dem innern Kühler wird durch ein bis unten reichendes Rohr $r^2$ Wasser zugeführt. Die Eckstücke des Rohres *O* sind zu dessen leichterer Reinigung mit Verschlussdeckeln versehen, von denen in Fig. 1445 oben links Schnitt und Ansicht gegeben ist.

Durch Rohr *S* des Vorkühlers gelangen die Gase in das obere Rohr *T* des Hauptkühlers, welcher in 1 : 50 der wahren Grösse in Aufriss-Durchschnitt und -Ansicht sowie Grundriss in Figg. 1447, 1448 und 1449 dargestellt ist. Derselbe besteht aus sechs gusseisernen Flanschrohren *T*, $T^1$, $T^2$, $T^3$, $T^4$, $T^5$, die in einem Wasserkasten liegen und durch Bogenstücke mit einander verbunden sind. Die durch *S* ankommenden Gase gehen von oben nach unten durch die Rohre *T* bis $T^5$, während das Kühlwasser unten in den Kasten und oben austritt. Aus dem letzten Rohr $T^5$ werden die auf die Temperatur des Wassers gekühlten Gase durch das senkrechte Gussrohr $T^6$ und Bleirohr *U* abgeführt.

Durch das Bleirohr *U* gelangen die Gase in das Seite 1473 erwähnte Waschgefäss, von dem in Fig. 1450 ein Aufriss-Durchschnitt in 1 : 25 der wahren Grösse gegeben ist. In dem hölzernen Bottich *V* befindet sich ein hölzerner mit vielen Löchern versehener Zwischenboden *X*, über welchen das zur Aufnahme der Schwefel-

säure dienende Wasser hinausreichen muss, wie in Fig. 1450 angedeutet. Das Gas tritt unten durch Rohr $u$ ein, giebt an das den untern Theil füllende Wasser seine Schwefelsäure ab und muss sich, um durch den Zwischenboden $X$ aufsteigen zu können, in kleine

Fig. 1447.



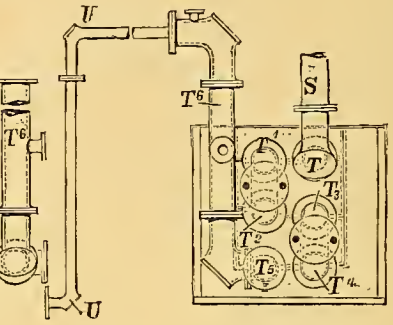




Fig. 1448.

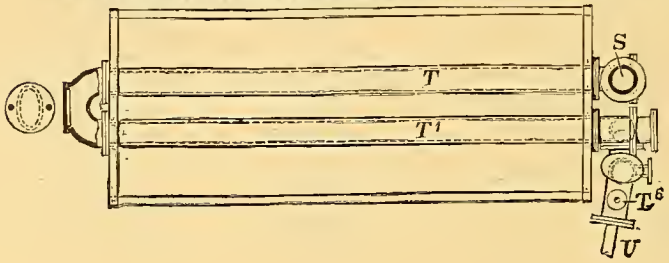



Fig. 1449.

Blasen zertheilen, welche noch gründlichere Abgabe der Schwefelsäure veranlassen. Die von Schwefelsäure befreiten Gase ziehen durch Bleirohr $g$ ab, welches sie in die zu ihrer Aufnahme dienende Kalkmilch leitet.

Hahn $h$ dient zum Einlassen von Wasser, $h^1$ zum Ablassen von mit Schwefelsäure beladenem Wasser, und am Wasserstandszeiger $f$ kann man von aussen erkennen, ob es nöthig ist Wasser zu- oder abzulassen.

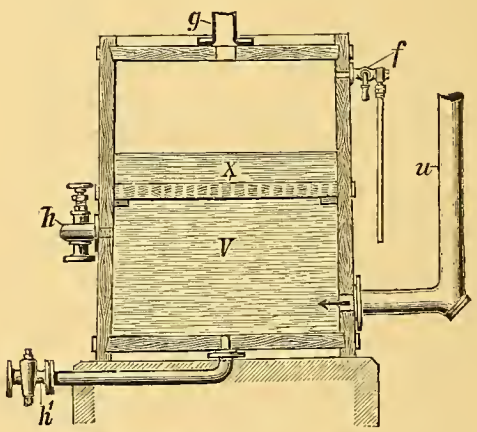



Fig. 1450.

**531. Sulfitlaugen-Thürme.** Die Lösung von doppeltschwefligsaurem Kalk wird meistens, wie schon in Mitscherlich's Patent (Seite 1423) beschrieben, in einem Thurm hergestellt, der mit ungebranntem Kalkstein, d. h. kohlensauerm Kalk gefüllt ist. Ueber diesen Kalk rieselt von oben Wasser herunter, während gekühltes Schwefligsäuregas von unten nach oben, also dem Wasser entgegen, durch die Steine zieht.

Dabei wird der kohlensaure Kalk des Kalksteins von der in Wasser gelösten Schwefligsäure in der Weise zersetzt, dass sich schwefligsaurer Kalk bildet und die aus dem Kalk vertriebene Kohlensäure entweicht.

$$\underset{\text{Kohlensaurer Kalk}}{Ca\,CO_3} + \underset{\text{Schwefligsäure-Gas}}{SO_2} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Schwefligsaurer Kalk}}{Ca\,SO_3} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} + \underset{\text{Kohlensäure.}}{CO_2}$$

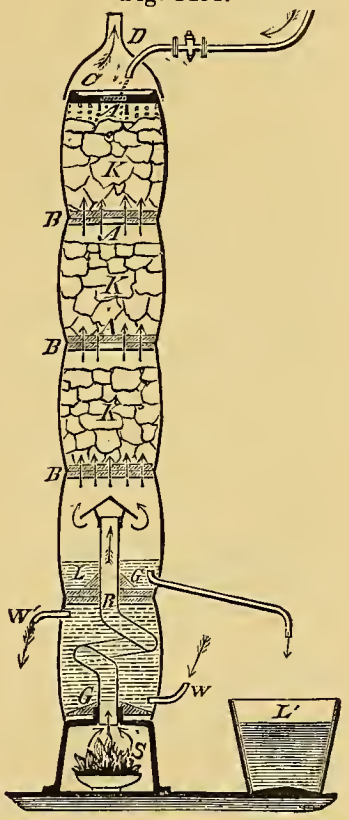
Der so entstandene in Wasser schwer lösliche einfachschwefligsaure Kalk wird leicht von solchem Wasser aufgenommen, worin Schwefligsäure gelöst ist und ergiebt sogenannten doppeltschwefligsauren Kalk oder Sulfitlauge. Die etwa mit dem Gase in den Thurm gelangte Schwefelsäure verbindet sich mit Kalk zu schwefelsaurem Kalk oder Gyps

$$Ca\,CO_3 + SO_4\,H_2 = Ca\,SO_4 + H_2\,O + CO_2$$

Kohlensaurer Kalk — Schwefelsäure — Gyps — Wasser — Kohlensäure.

Die stärkere Schwefelsäure treibt die schwächere Schwefligsäure nöthigenfalls aus ihrer Verbindung mit Kalk aus. Der entstandene Gyps ist in etwa 400 Theilen kalten Wassers löslich (Seite 360), wird sich also in dem herabrieselnden Wasser lösen, soweit er von diesem aufgenommen werden kann. Man nimmt desshalb an, dass die Laugen stets so viel Gyps enthalten als sie aufzulösen vermögen. Der Rest des Gypses bleibt auf den Kalksteinen haften, versperrt dieselben gegen die Einwirkung der Schwefligsäure, oder löst sich theilweise ab und kann bei Anwesenheit grosser Mengen von Schwefelsäure Verstopfungen der Durchgänge zwischen den Steinen bewirken.

Fig. 1451.




Zur Erläuterung der Einfachheit des Thurmbetriebs ist in Fig. 1451 eine Versuchs-Einrichtung dargestellt, die schon 1883 in einer Papierfabrik viele Monate lang in Betrieb war.

In die Böden *B* der Petroleumfässer waren zum Theil 30 cm weite Löcher *A* zum Einfüllen des Kalks *K* geschnitten und ausserdem möglichst viele 3 cm weite Löcher zum Durchgang der gasförmigen Säure und der wässrigen Lösung gebohrt. Die schweflige Säure wurde durch Verbrennen von Schwefel *S* auf einer offenen Schaale erzeugt und beim Aufsteigen durch das Schlangenrohr *R* von dem dasselbe umgebenden Wasser gekühlt. Das Kühlwasser floss durch Rohr *W* am Boden des untersten Fasses ein und durch das Ueberfallrohr $W^1$ oben aus. Der Boden dieses untersten Fasses sowie auch die Verbindung zwischen den andern Fässern war mit Gyps *G* abgedichtet. Die schweflige Säure stieg durch die Löcher der Böden *B* und durch den Kalk *K* nach oben, löste sich dabei in dem niederrieselnden Wasser, und der Rest zog durch Hut *C* ab. Durch Rohr *D* wurde frisches Wasser oder schwache Säure-Lösung zugeführt, die sich durch die Löcher in den Böden *B* über den Kalk vertheilte und als mehr oder weniger stark mit schwefliger Säure gesättigte Lösung *L* im zweituntersten Fass sammelte, von wo sie durch ein Rohr in den Sammelbehälter $L^1$ abfloss. Mit dieser Einrichtung konnte man in 24 Stunden 300 Liter Lösung von 7° B erzeugen.

Da die Einrichtung Schwefelofen, Kühlrohr und Thurm enthielt, so mussten die Abmessungen ungenügend sein. Besonders die Kühlung der Gase genügte nicht,

das herabrieselnde Wasser wurde oft warm, und es zeigte sich, dass man dann stets weniger oder schwächere Lauge erhielt. Die Petroleum-Fässer, aus denen der Thurm in der Hauptsache bestand, hielten sehr lange aus.

Wenn auch die dem Grossbetrieb dienenden Laugen-Thürme nicht aus Petroleum-Fässern, wie der in Fig. 1451 dargestellte, gebaut werden, so stimmen sie doch grundsätzlich mit letzterm überein, da sie meistens nur aus mehr und grösseren Fässern oder aus viereckigen Kasten zusammengesetzt sind. Ihre Höhe, die von 18 bis 35 m schwankt, muss so genommen werden, dass sie guten Zug bewirken, dass sie die Schwefligsäure-Gase kräftig ansaugen und durchziehen. In einem Thal neben hohen die Luftbewegung beeinträchtigenden Bergen wird man sie höher nehmen müssen als auf plattem Lande oder auf Hochebenen. Die für Schornsteine gewonnenen Erfahrungsregeln können auch hier leiten. In den meisten Fällen kommt man jedoch mit 18 bis 25 m Höhe aus. Die lichte Weite hängt von der Grösse des Betriebes ab, liegt aber meist zwischen 1 und 2 m. Die runde Form wird der quadratischen oder eckigen im allgemeinen vorgezogen, weil dieselbe bessere Vertheilung der Füllung ermöglicht und fassartige Herstellung der Thurmtheile zulässt, die man leicht auseinandernehmen, ausbessern und durch Anziehen der Reifen dichten kann.

Fig. 1452.

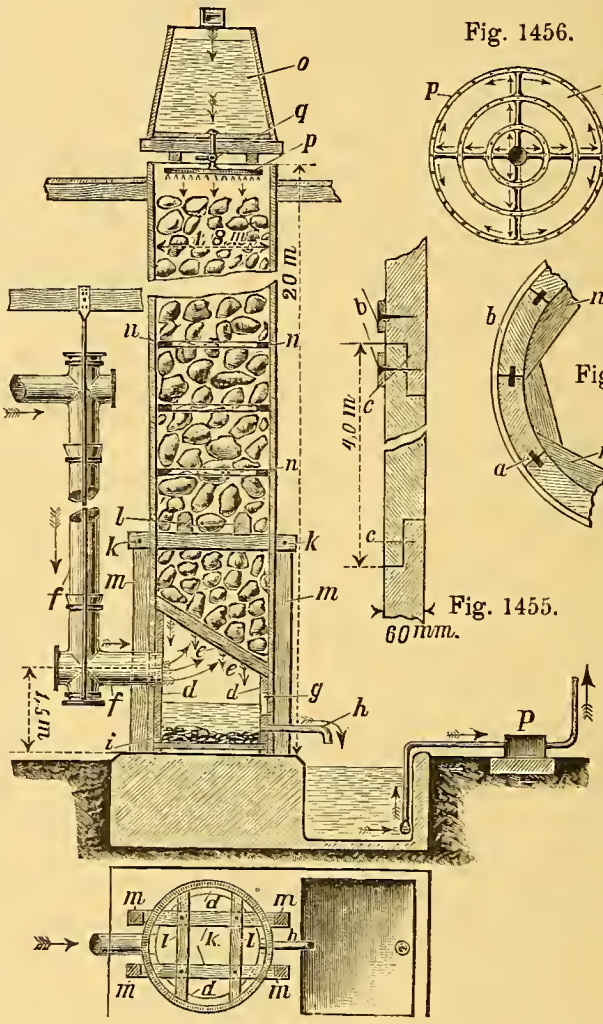



Fig. 1456.

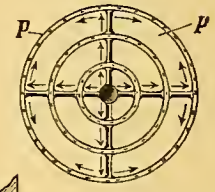






Fig. 1455.

60 mm.

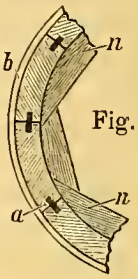



Fig. 1454.




Fig. 1453.

Herr E. Scherrer gab in der Papier-Zeitung 1894 eine Beschreibung von Thurm-Anlagen, deren wesentliche Theile nachstehend wiedergegeben werden. Figg. 1452 und 1453 zeigen die schematische Darstellung eines runden Thurmes in Aufriss-Längsschnitt und Grundriss.

Der Thurm steht auf starkem Fundament zu ebener Erde, hat eine Höhe von 20 m, innern Durchmesser von 1,8 m und besteht aus fünf ineinander gesteckten, starken cylindrischen Rohren aus gut ausgetrocknetem Föhren- oder auch Lärchenholz. Die 60 mm dicken Bretter, aus denen die Rohre bestehen, sind, wie in Fig. 1454 gezeigt, mit Federn und Nuthen *a* versehen; vier starke

Eisenbänder *b* halten jedes Rohr und damit das Ganze zusammen. Durch die in Fig. 1455 dargestellte Uebereinanderplattung *c* der ineinandergreifenden Rohr-Enden erhält der Thurm grosse Stetigkeit. Alle Fugen werden mit in Theer getränktem Werg gut verstopft, und der ganze Thurm wird einige Male mit Theer angestrichen. In das unterste Rohr wird gleich zu Anfang ein stark gebautes, unten durch einen Boden abgeschlossenes und oben schräg abgeschnittenes Rohr *d* (Fig. 1452) eingeschoben, auf dessen abgeschrägten obern Rändern die Rost-Stäbe *e* zu liegen kommen. Diese Roststäbe bestehen ebenfalls aus Föhrenholz und sind 80 × 120 mm stark. Nach unten sind die Stäbe etwas abgeschrägt, wie in Fig. 1457 gezeichnet. Zwischen je zwei Stäben soll ein Raum von etwa 45 mm frei bleiben. In einer Höhe von etwa 1,5 m vom Fuss-Ende des Thurmes mündet die Gaskühlleitung *f* in denselben. Einige Decimeter unter dem tiefsten Punkte des Rostes ist die Thurmwandung von einer Reinigungs-Oeffnung *g* durchbrochen, die man mit einer kleinen Blockthür abschliesst. Das Laugen-Abflussrohr *h* aus Hartblei steht etwa 15 cm über dem innern Thurmboden, weil sich dort stets etwas Schlamm *i* sammelt. Die Lauge fliesst in eine gemauerte Grube, aus der sie von der Säurepumpe *P* in die Kocher oder einen höher gelegenen Laugenbehälter befördert wird. Damit nicht die ganze aus Kalksteinen bestehende Thurmfüllung auf dem Rost liegt, sind etwa 1 m oberhalb desselben zwei starke Balken *k* durch den Thurm gelegt, die man von unten durch die Pfosten *m* stützt. Auf diesen durchgehenden Balken sind noch zwei Querbalken *l* mit starken Holzzapfen befestigt, welche mit erstern das Hauptgewicht der Thurmfüllung tragen. Die an der innern Thurmwandung in gewissen Abständen angebrachten Holzrippen *n* sollen zu raschem Aufsteigen der schwefligsauren Gase vorbeugen und werden bei weiten niedrigen Thürmen mit Vortheil angebracht. Sie können aber, da sie dem Herabrutschen der Kalksteine im Wege sind, vortheilhaft dadurch ersetzt werden, dass man die Holzrohre nicht, wie in Fig. 1455 gezeichnet, ineinander fügt, sondern das obere Rohr um die halbe Holzdicke nach innen über das untere vorstehen lässt, also die Rohre unten etwas enger macht als oben. Ueber dem Thurm steht auf geeignetem Gerüst der Wasserbehälter *o*. Diesem wird entweder mittels einer Pumpe Wasser zugeführt, oder er erhält das Ueberlauf-Wasser vom Behälter eines benachbarten Thurmes (siehe Fig. 1458). Durch Hahn *q* wird die Menge des in den Thurm fliessenden Wassers geregelt, und das in Fig. 1456 skizzirte Spritzrohr *p* aus drei oder mehr untereinander und mit dem Wasser-Abflussrohr verbundenen Gasrohr-Ringen vertheilt dasselbe. Jedes Ringrohr hat an der untern Seite eine Anzahl kleiner Löcher, durch welche Wasser austreten kann. Durch diese Anlage der Spritzrohre entsteht ein gleichmässig auf den ganzen Querschnitt des Thurmes vertheilter Sprühregen.

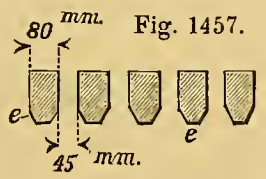


Fig. 1457.

Fig. 1458 zeigt einen runden und einen viereckigen Thurm in der vordern Ansicht unter Weglassung des Thurmgerüstes. Wie der viereckige Thurm gebaut ist, zeigt Aufriss-Längsschnitt Fig. 1459, Grundriss Fig. 1460 und Querschnitt Fig. 1461 eines Theils. Die einzelnen Bretter sind auch hier mit Federn und Nuthen versehen. Die viereckigen Rohrkasten sind unten enger als oben, lassen sich also leicht ineinander stecken und werden von starken Holzzangen *a* zusammengehalten, die in den Ecken durch angeschraubte Winkeleisen *b* noch verstärkt sind. Die unterste Holzzange jedes Kastens ist so angebracht, dass sie beim

Ineinanderstecken der Kasten auf den obern Rand des untern Kastens zu liegen kommt. Bei einem solchen viereckigen Thurm ist es unnütz, an der Innenseite der Wandungen die bereits erwähnten Holzrippen anzubringen, auch stellt er sich billiger als ein runder. Dagegen giebt er häufiger Anlass zu Ausbesserungen und wird wohl deshalb weniger angewendet als die runde Art.

Ueber jedem Thurm befindet sich ein Wasserbehälter *d*, der das nöthige Speisewasser mittels Pumpe *c* durch Leitung *f* und Ueberlaufkanal *g* erhält. Jeder Thurm hat unten seitlich einen kleinen Behälter *h* aus Cement-Mauerwerk, welcher die abfliessende Lauge aufnimmt und von Zeit zu Zeit gründlich gereinigt werden muss. Zu diesem Behuf ist zwischen den Behältern ein Reinigungskanal *i* angebracht, durch welchen das Waschwasser abgeleitet wird. Eine Säurepumpe saugt die Lauge durch die Bleiröhren *k* aus den Behältern *h* und hebt sie in einen über den Kochern stehenden grossen Laugen-Behälter.

Zwischen beiden Thürmen auf dem Gerüst-Zwischenboden *l* stehen zwei hölzerne Bottiche *m* und *n*. Bottich *m* ist oben luftdicht verschlossen, *n* oben offen. Diese Bottiche bilden einen Theil der Vorrichtung zur Wiederverwendung der

Fig. 1458.

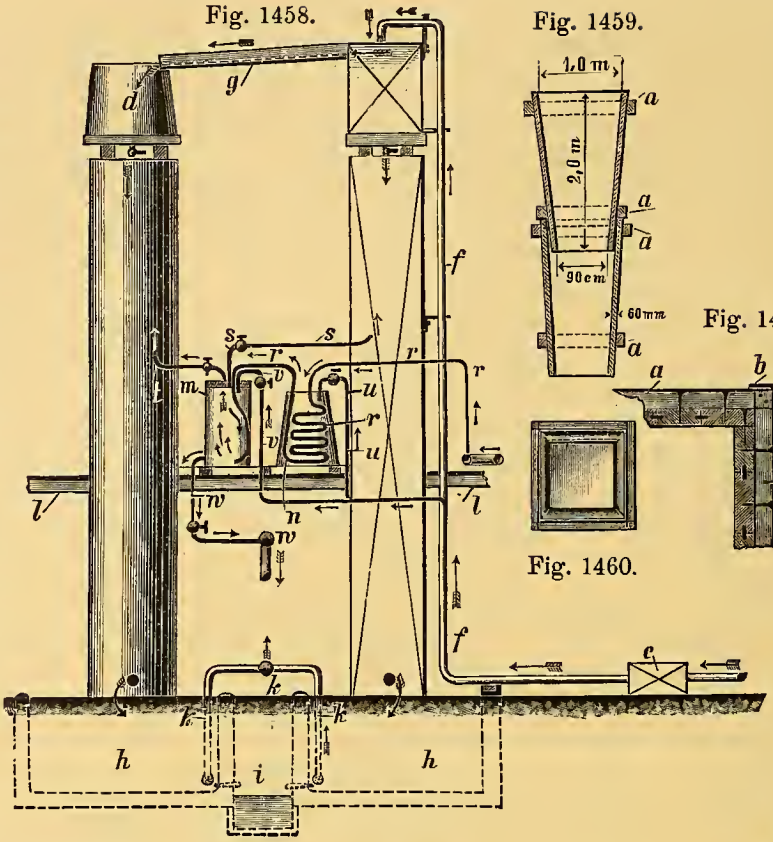



Fig. 1459.




Fig. 1461.

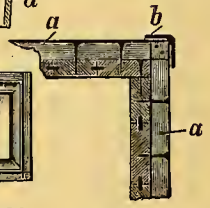



Fig. 1460.



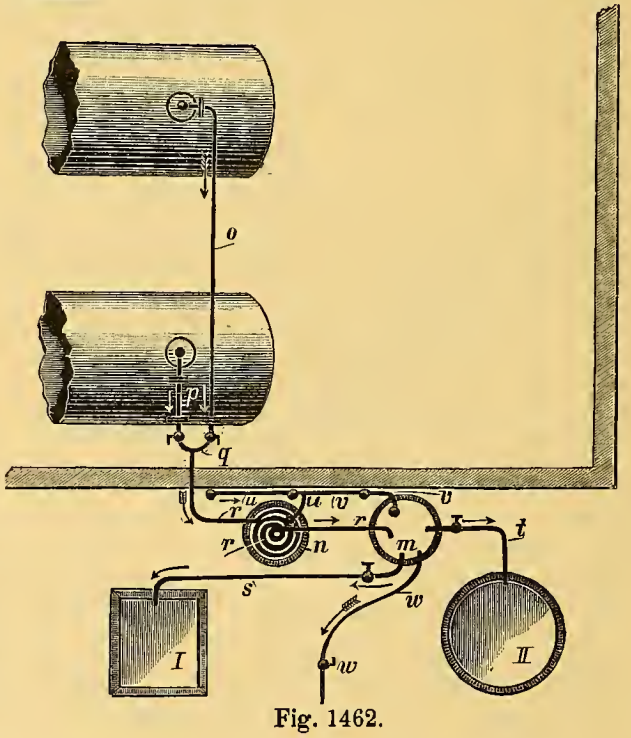


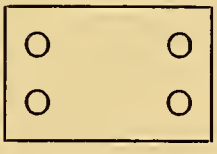

Fig. 1462.

nach beendetem Kochen aus den Kochern geblasenen Schwefligsäure-Gase. Zum bessern Verständniss dieser Vorrichtung diene Grundriss Fig. 1462. Die Gasleitungen bestehen aus Hartblei, die Wasser- Zu- und Abflussleitungen aus gezogenen Rohren. Wie schon früher erwähnt, werden an je einem Mannlochstutzen der Kocher Bleirohrleitungen *o* und *p* angebracht, durch welche man, wenn es nöthig erscheint, Gase aus dem Kocher entweichen lässt. Diese Leitungen vereinigen sich hinter ihren Abschliess-Ventilen im Rohrwinkel *q*. Das gemeinsame Rohr *r* führt dann die Ausblas-Gase in der Richtung der Pfeile in vielen Schlangenwindungen durch den mit kaltem Wasser gespeisten Bottich *n* und von hier weiter durch den obern Deckel nach dem Boden des mit einer Sodalösung bis zu drei Viertel der Höhe angefüllten Bottichs *m*. Die Lösung des Bottichs *m* enthält auf 1000 l Wasser 20 kg kalzinirte Soda. Die am Boden des Bottichs *m* in die Sodalösung tretenden Gase werden von derselben aufgenommen, und nur das etwa nicht absorbirte Gas entweicht durch Rohr *s* oder *t*, je nachdem es die Stellung der in die Leitungen *s* und *t* geschalteten Abschliessventile gestattet, nach einem der beiden Thürme *I* und *II*. In Bottich *n* werden die Gase abgekühlt. Die Leitungen *u* und *v* versehen die Bottiche mit dem nöthigen frischen Wasser.

Anstatt die Gase vom Bottich *n* in die Sodalösung des Bottichs *m* zu leiten, kann man dieselben auch direkt vom Bottich *n* in einen der Thürme führen. Wo mit der Zellstoff-Fabrik eine Papierfabrik verbunden ist, bietet jedoch die beschriebene Vorrichtung einen grossen Vortheil. Die durch das »Uebertreiben« im Bottich *m* entstehende Flüssigkeit ist nämlich eine sehr gute und billige Bleichlauge für Holzschliff. (Vergl. Seiten 1342 bis 1344.) Durch Leitung *w* gelangt diese Lauge nach dem Zeugkeller.

Wenn die Uebertriebsgase nicht durch die Sodalösung des Bottichs *m* gehen oder auf andere Art gebunden werden, so können sie durch den starken, stechenden Geruch sehr lästig werden.

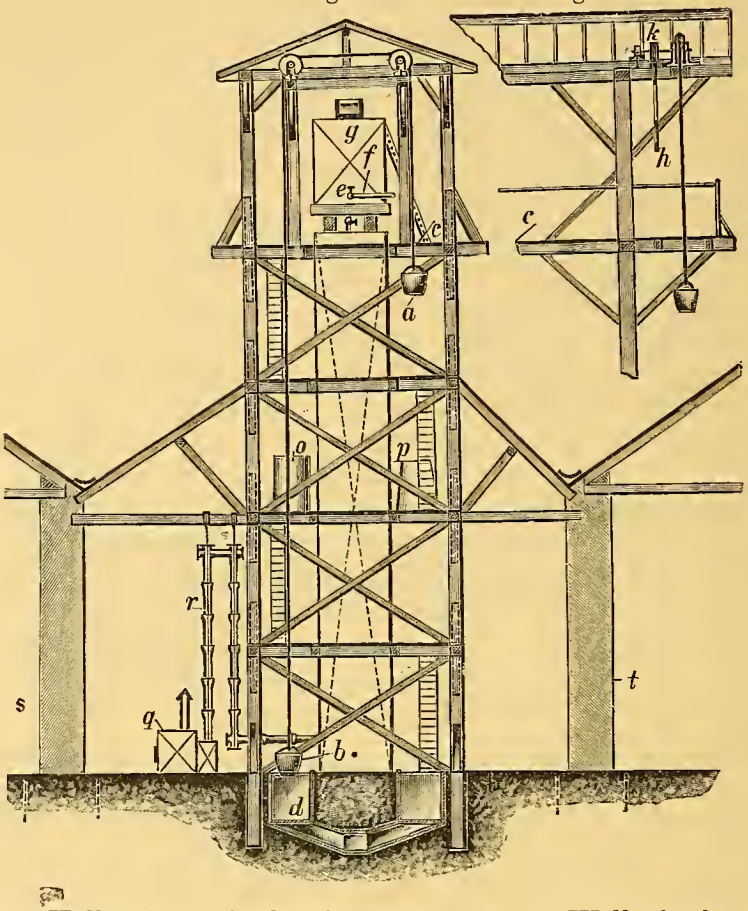
Jeder hölzerne Thurm bedarf, um die Wirkung der Stürme auszuhalten, einer Rüstung, welche ihm die erforderliche Festigkeit verleiht. Man bringt mindestens zwei Thürme, meist aber vier bis sechs in ein gemeinsames Gerüst und stellt beispielsweise vier nach einer der beistehenden Skizzen zusammen.



Auf je vier bis fünf Meter Höhe bringt man Böden im Gerüst an und verbindet diese untereinander durch kräftige Leitern oder Treppen, so dass jeder Theil der Thürme erreichbar ist. In Figg. 1463 und 1464 ist ein solches Thurmgerüst skizzirt, dessen Dachgebälk besonders stark ist, damit es den Aufzug für die Kalksteine tragen kann. Das Aufziehen erfolgt mit zwei Kübeln und einem gemeinschaftlichen Hanfseil, für welche auch zwei kleine Seilrollen nöthig sind, die so weit auseinander stehen, dass die beiden Kübel bequem aneinander vorbeifahren können. Auf der verlängerten Welle der einen Seilrolle bringt man eine kleine Bremsvorrichtung *k* an (Fig. 1464). Das starke Hanfseil ist so lang, dass ein Kübel *a* auf der Höhe des obersten Bodens *c* angelangt ist, wenn der andere Kübel *b* auf dem Boden der kleinen Grube *d* steht. Man füllt nun den Kübel *b* bis etwa zu drei Viertel seiner Höhe mit Kalksteinen. Aus dem Behälter *g* lässt man durch Hahn *e* und Schlauch *f* Wasser in Kübel *a* laufen, bis das Gewicht *a* sein Gegengewicht *b* etwas übersteigt, und der mit Wasser gefüllte Kübel den mit Kalksteinen belasteten in die Höhe

zieht. Der auf dem Boden *c* stehende Arbeiter regelt mit dem in Fig. 1464 skizzirten Bremshebel *h* und der Bremsrolle *k* die Seilgeschwindigkeit, zieht den oben angelangten Kalkkübel auf die Plattform und bringt die Kalksteine von oben in die Thürme. Ein anderer Arbeiter steht unten, leert den mit Wasser gefüllten Kübel, beschickt ihn wieder mit Kalksteinen usw. Beide Kübel haben eine sehr einfache, aus Fig. 1465 ersichtliche Wasser-Entleervorrichtung. An dem in den Kübel eingelassenen Stutzen *l* ist ein Schlauch *i* angebracht. Beim Füllen des Kübels wird Schlauch *i* nach aufwärts gebogen und an Haken *m* befestigt. Zum Entleeren dreht man den Schlauch nach unten in waagrechte Lage und lässt so das Wasser abfliessen. Wo eine Welle in der Nähe ist, wird man natürlich den Kalkstein-Aufzug mit derselben in Verbindung bringen. Das Aufziehen der Kalksteine mittels eines sogenannten Wellenbockes ist höchst mühsam und zeitraubend.

Fig. 1463. Fig. 1464.




Die sich beim Reinigen oder Entleeren der Thürme ergebenden Kalkstein-Stücke können, wenn sie gross genug und sauber gewaschen sind, mit frischen Steinen wieder verwendet werden.

In der Zeichnung Fig. 1463 sind *o p* die Uebertreibbottiche, *q* Schwefelöfen, *r* Kühlrohre, *s* Lagerraum für Schwefel und Kalkstein, *t* Kochergebäude.

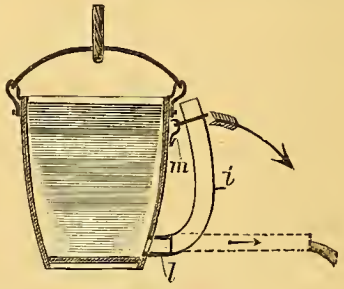



Fig. 1465.

Wo es angeht, wird man die Thürme nicht zu ebener Erde, sondern auf starke Fundamente oder z. B. auf einem neben der Fabrik aufsteigenden natürlichen Hügel so hoch aufstellen, dass die vom Thurm kommende Lauge direkt in einen mit der Sohle noch etwa 0,5 m über der Kochereinfüllung befindlichen grossen Laugenbehälter fliesst. Bei einer solchen Anlage werden die durch häufige Ausbesserungen oft sehr lästigen Säurepumpen überflüssig.

In Fig. 1444 Seite 1476 ist in Verbindung mit Kühlrohren ein Gerüst mit Thürmen skizzirt. In jedem Stockwerk des Gerüstes befindet sich an jedem Thurm *A* ein Loch *a* mit leicht zu entfernendem Deckel zum Einfüllen der Kalksteine. Oben ist jeder Thurm mit einem gelochten Boden bedeckt, auf welchen aus Bottichen *B* Wasser läuft, welches durch eine Pumpe hinauf gefördert wird. Der Zufluss des Wassers in die einzelnen Thürme kann durch einen Hahn von unten aus geregelt werden. Der erste Bottich *B* enthält einen Schwimmer, welcher unten am Thurm den Wasserstand anzeigt. Leer darf der Bottich nie werden, weil sonst die ganze Thurmfüllung verkrustet und für den Betrieb unbrauchbar wird, sodass der Thurm vor Wiederbenutzung erst geleert werden muss, was mit bedeutenden Kosten verbunden ist.

Bei Auswahl des Kalksteins, welcher in die Thürme gefüllt werden soll, wird man in erster Linie solchen berücksichtigen, der sich mit mässigsten Kosten beschaffen lässt und dabei die nöthige Reinheit besitzt, d. h. aus möglichst viel kohlensauerm Kalk und wenig fremden Stoffen besteht, besonders wenig Eisen enthält. Weiter kommt in Betracht, ob er widerstandsfähig genug ist, um nicht zu zerfallen und dabei leicht genug löslich, um genug Kalk an das mit Schwefligsäure getränkte Wasser abzugeben.

Mitscherlich empfiehlt Tuffkalk zur Füllung der Thürme, weil derselbe sehr porös ist und dadurch der Einwirkung von Wasser und Gas grosse Oberfläche bietet. Man sollte Tuffkalk womöglich für ein ganzes oder wenigstens ein halbes Jahr auf Lager halten und in trockenen, gedeckten, luftigen Schuppen aufbewahren. Vor dem Aufspeichern des Tuffkalks wird derselbe in faustgrosse rundliche Stücke zerschlagen, welche Arbeit im Akkord ausgeführt wird. Derselbe darf nur in gut ausgetrocknetem Zustande in den Thurm kommen. Direkt aus der Grube (Grotte) kommender Tuffkalk sollte nicht gleich in die Thürme geworfen werden, da er noch zu weich ist, zu viel Schlamm giebt und dadurch leicht Rost und Thurm verstopft. Dann entsteht Sublimation des Schwefels, die Schwefligsäure und die abfliessende Lauge werden stark trübe. Bei gut gelagertem ausgetrocknetem Tuff-Kalk, der durch Lagern infolge Wasser-Entzuges ziemlich hart geworden, kommen alle diese Unannehmlichkeiten nicht vor.

Die meisten Fabrikanten ziehen jedoch härtere Steine, wie Jurakalk oder Marmorkalk vor, weil diese Arten reiner sind als Tuffstein und der Schwefligsäure auch genügende Oberfläche bieten. In allen Fällen aber wird der Gehalt oder die »Grädigkeit« der entstehenden Lauge durch Regelung der Gasentwicklung, hauptsächlich aber durch Auf- und Zudrehen des obern Wasser-Zuflusshahns geleitet. Der Abflusshahn des obern Spritzrohrs soll sich desshalb von unten aus durch Drähte stellen lassen. Die Lauge eignet sich erfahrungsgemäss zum Kochen von Nadelholz am besten, wenn von der darin enthaltenen Schwefligsäure etwa $^1/_3$ an Kalk in Form von einfachschwefligsaurem Kalk gebunden ist, während die andern $^2/_3$ nur in Wasser gelöst, also frei sind und das Monosulfit in Lösung erhalten. Findet man bei Prüfung der Lauge, dass sich beispielsweise ebenso viel oder mehr gebundene als freie Säure in der Lauge befindet, so enthält diese zu viel Kalk — wie es häufig im Sommer vorkommt — und man muss dann für dessen Verminderung sorgen. Dies geschieht, indem man einen Theil der Kalksteine durch unlösliche oder neutrale Stoffe ersetzt. Man »rückt« zu diesem Zwecke den Thurm, d. h. man nimmt aus demselben durch eine darin $1^1/_2$ m über dem Boden angebrachte

Oeffnung eine Anzahl Steine heraus und giebt oben frische oder gebrauchte gewaschene Kalksteine, mit Kieselsteinen im Verhältniss von etwa 4:1 oder 3:1 gemischt, wieder zu. Rutscht die Füllung nicht von selbst nach, so schlägt man mit einem grossen hölzernen Hammer mehrere Male an verschiedenen Stellen an die Thurmwand und erreicht damit zugleich bessern Zug im Thurm und der ganzen Leitung. Hat der Kalkgehalt nach solcher Auffüllung von frischem Kalkstein mit Kiesel noch nicht oder zu wenig abgenommen, so muss man das »Rücken« und Nachfüllen, vielleicht unter Beimengung von noch mehr Kieselsteinen, wiederholen. Man hat dies meistens zu Sommers-Anfang zu thun, während in der kalten Jahreszeit die Kieselsteine zum grossen Theil wieder entfernt werden müssen. Man thut daher gut, wenn man allmälig im Frühjahr mehr Kieselsteine zugiebt und im Herbst wieder herausnimmt, wodurch einer plötzlichen Vermehrung oder Verminderung des Kalkgehaltes in der Lauge leicht vorgebeugt werden kann.

Man kann auch zu grossem Kalkgehalt dadurch vorbeugen, dass der Thurm nur ungefähr auf $^1/_2$ bis $^2/_3$ seiner Höhe mit Kalksteinen und der übrige obere Theil mit kreuzweise über einander gelegten entrindeten Holzstücken gefüllt wird. Ersteres Verfahren ist jedoch vorzuziehen, weil das Holz mit der Zeit Splitter abgiebt, welche die Lauge verunreinigen.

Je nach der Höhe des Thurmes und der Menge Kalkstein der Thurmfüllung wird man in grössern oder kleinern Zeitabschnitten den verbrauchten Kalk erneuen müssen. Füllt man nicht rechtzeitig nach, so entweichen oben beim Thurm die Gase und machen sich durch stechenden Geruch bemerkbar. In der Regel wird man nachfüllen, wenn ein Viertel des Eintrages verbraucht ist.

Von Zeit zu Zeit sollen die Thürme gereinigt werden, und man thut gut, dieses Reinigen vorzunehmen, bevor der Thurm verstopft ist und unliebsame Betriebsstörungen hervorruft. Nach eingetretener starker Sublimation ist man meistens genöthigt gründlich zu reinigen. Um die Arbeit möglichst zu mindern, nimmt man gewöhnlich die Reinigung vor, wenn die Kalksteinfüllung auf das noch zulässige Mindestmaass verbraucht, also das obere Thurm-Viertel leer ist. Man muss in erster Linie den Rost möglichst mittels der in der Thurmwandung unter- und oberhalb desselben angebrachten kleinen Blockthüren reinigen, indem man mit Holz- oder Eisenstangen das unmittelbar auf dem Rost liegende Gestein lockert. Ist der Thurm bereits verstopft, so wird man versuchen, einige der untersten Steinschichten herauszuziehen und so die ganze Thurmfüllung etwas nachrutschen zu lassen, wodurch dann die Steine in eine andere Lage zu einander kommen. Mit starkem Wasserstrahl reinige man nun den Rost gut von unten angesammeltem Schlamm, hebe denselben am Boden des Thurmes aus und wasche gut nach. Ist dies geschehen, so lasse man oben beim Thurm möglichst viel Wasser eintreten und verschaffe dem unten auslaufenden Waschwasser freien Abzug. Auf diese Weise wird der Thurm so lange gewaschen, bis das Wasser unten ziemlich klar abfliesst. Nach ein- bis zweitägigem Waschen dürfte dieser Fall eintreten. Bei Anwendung von weichem Tuffkalk wird man häufiger waschen müssen als bei Anwendung härterer Kalksteine. Nach gründlichem Waschen füllt man den Thurm wieder auf und setzt die Laugen-Bereitung von neuem in Betrieb. Während die Thürme gewaschen werden, benutzt man die Gelegenheit, um auch die Schwefel-Oefen und Kühlleitungen einer gründlichen Reinigung zu unterwerfen.

In Fig. 1466 ist die photographische Aufnahme einer aus 4 Schläuchen bestehenden Thurm-Anlage gegeben, welche Direktor Ludwig Engelmayer 1893/4 für die Neuanlage der Akt.-Ges. für Maschinenpapier-Fabrikation zu Aschaffenburg gebaut hat.

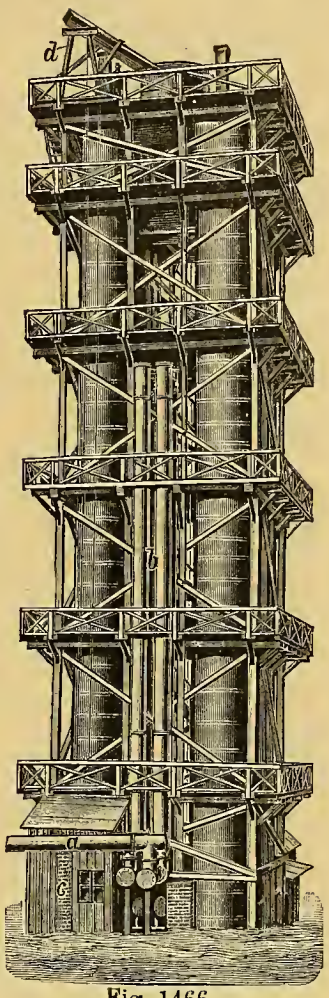


Fig. 1466.

Die Schwefligsäure kommt durch zwei nebeneinander liegende Hartbleirohre *a* in die Steigrohre *b* und durch die hinter denselben bemerkbaren Thonrohre in die Thürme. Die kleine Hütte *c* links birgt die Winde zum Aufziehen der Kalksteine, deren Seil über Rollen des obenauf stehenden Bockes *d* läuft und von einem zweiten Hanfseil von unten her ausgelöst wird.

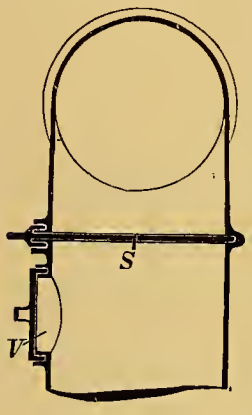


Fig. 1468.

Der in 1 : 100 der wahren Grösse gezeichnete Grundriss Fig. 1467 zeigt, wie die Einströmungsrohre mit den Thürmen *I II III IV* verbunden sind. Die Kühlrohre sind mit den Flanschen $r r^1$ der Rohre $R R^1$ verbunden, welche je zwei der hölzernen 1650 mm weiten Thürme *I II* und *III IV* speisen. Die Rohre $R R^1$ bestehen aus 6 mm starkem Hartbleiblech, haben 450 mm Durchmesser und werden durch Oeffnen und Schliessen der Schieber *S* mit einem der Thürme, die sie zu speisen haben, verbunden und vom andern abgesperrt. Hinter jedem dieser Schieber ist im Rohr ein Ventil *V* mit Wasserverschluss angebracht, welches Ausbesserungen ermöglicht, und durch dessen Oeffnung man nachsehen kann, ob der Schieber dicht schliesst. In Fig. 1468 ist in 1:20 der wahren Grösse der Längsschnitt eines Zweigrohrs gegeben, aus welchem die Bauart des Schiebers *S* und Ventils *V* ersichtlich ist. Die langen Rohrstücke aus 6 mm starkem Bleiblech sind durch verbleite Eisenreifen *T* verstärkt, die kürzeren mit seitlichen Armen, Ventilen und Schiebern versehenen Rohrtheile bestehen dagegen aus 8 mm starkem Hartblei-Blech.

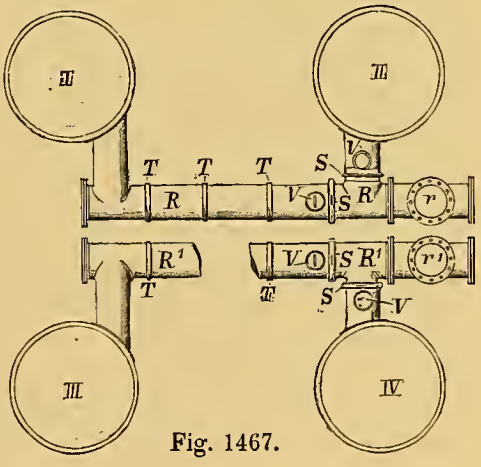


Fig. 1467.

Die dargestellten Thürme arbeiten gewöhnlich mit natürlichem Zug, doch ist für aussergewöhnliche Fälle oben auf dem Gerüst ein Dampf-Sauger angebracht, mit dem man nöthigenfalls den Zug verstärken kann. Da aber solche Sauger nicht zuverlässig arbeiten und viel Dampf verbrauchen, so sollen die

Thürme mit einem geplanten neuen Schornstein verbunden werden. Die Saugleitung wird dann wie bei der ältern Anlage aus Thonrohren bestehen, die vom höchsten Theil der Thürme am Gerüst bis in die Erde und unter dieser bis in den Schornstein gehen. Zur Regelung des Zugs erhält die Rohrleitung am Fuss des Gerüstes einen Bleischieber mit Wasserverschluss.

Dr. A. Harpf beschrieb in d. Pap.-Ztg. 1891 den in Fig. 1469 skizzirten Thurm, der nebst einem zweiten von gleicher Bauart zur Laugenbereitung einer Mitscherlich-Zellstoff-Fabrik diente. Das Gas kam aus Schwefelkiesöfen in den aufsteigenden gusseisernen Strang *c* des ⊓-förmigen Kühlrohrs und zog durch das absteigende Thonrohr *b* in den untern Theil *L* des Thurms. Dieser war durch zehn Roste *I* bis *X* in ebensoviele Abtheilungen zerlegt, zu welchen man von dem Gerüst, welches beide Thürme umgab, durch mit Papier verklebte Klappen *k* gelangte. Jede Abtheilung wurde für sich mit Kalktuff oder Dolomit gefüllt, und falls eine Verstopfung eintrat, konnte man durch Oeffnen der Klappen *k* leicht ermitteln, wo der Fehler war und Abhilfe schaffen. Der Kalk im Thurm bildete keine geschlossene Säule, sondern wurde durch die Hohlräume bei den Klappen *k* unterbrochen, und das Gas konnte sich infolgedessen leichter aufwärts bewegen.

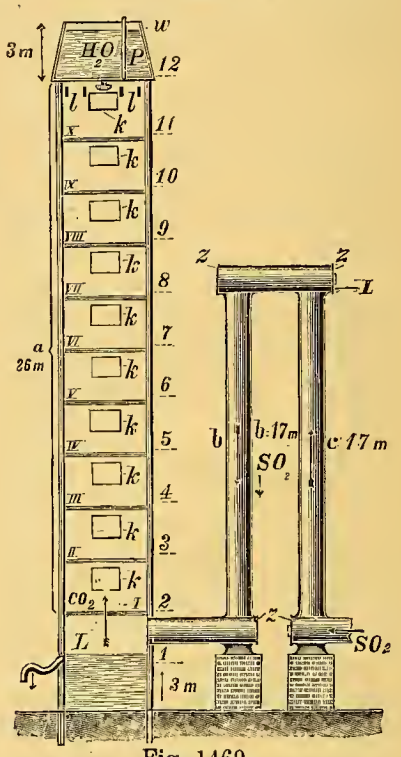


Fig. 1469.

Der Thurm hatte einen Querschnitt von 1,2 qm und war vom Erdboden bis zur Oberkante des obenaufstehenden Wasserbottichs *w* 32 m hoch, wovon 3 m auf den Grundbau und 3 m auf Bottich *w* entfallen, so dass zur Aufnahme der Säure 26 m blieben. Die leeren Räume in den einzelnen Abtheilungen verursachten, dass weniger Kalk in dem Thurm Raum fand als bei ununterbrochener Kalkstein-Säule, und dem Gas daher weniger Kalk-Oberfläche dargeboten war. Zu einer frischen Füllung waren 2 Doppelwagen, also etwa 20000 kg, nöthig. Bei Thürmen ohne Abtheilungen entstehen durch Auflösung des Kalks Hohlräume, welche die darüber liegenden Kalksteine zum Nachstürzen veranlassen und dadurch Lockerung und Neulagerung der Steine bewirken. Die Abtheilungen machen auch mehr Arbeit beim Füllen, da der Kalkstein in jedes Stockwerk besonders hochgezogen und dort eingebracht werden muss. Es genügte jedoch beim Betrieb, dass der Thurm alle 4 Wochen einmal in seinen unteren 6 Stockwerken gereinigt und umgepackt wurde, die anderen Stockwerke konnten dann Jahre lang unberührt bleiben, und es kamen überhaupt wenig Störungen vor. Viele hundert einfache abtheilungslose Mitscherlich-Thürme arbeiten aber auch 4 bis 6 Wochen regelmässig fort, ohne gespült zu werden, bis in den unteren Abtheilungen durch Krusten von schwefelsaurem und schwefligsauerm Kalk Verstopfung droht, und das Gas behufs Ausschaltung und Reinigung des Thurms in einen andern geleitet werden muss. Es liegt somit nicht genügende Veranlassung zur Theilung des Thurmes auf die beschriebene oder andere Art vor.

Vom Wasserbottich *w*, in welchen das Wasser durch eine Leitung, die man für den Winter am besten in 2 Rohrsträngen anlegt, hinaufgepumpt wird, strömt es durch eine Brause, die durch einen Hahn und einen daran angebrachten Hebel von aussen geschlossen und geöffnet werden kann, in das Innere des Thurmes. Den Hebel kann man auch durch zwei Drähte, welche unten ebenfalls mit einem Hebel verbunden sind, von ebener Erde aus regeln.

Durch Herausziehen des Holzpflocks *P*, welcher ein Loch im Boden des Wasserbottichs verschliesst, kann man den Thurm spülen. Mit *l l* sind im Thurm angebrachte Löcher bezeichnet, die man mit Holzkeilen beliebig öffnet und schliesst, um durch Zulassung von mehr oder weniger Aussenluft den Zug im Thurm zu regeln. In anderen Fabriken sind anstelle der Löcher und Keile Rohre angebracht, welche nach aussen und oben über das Dach des Thurmes geführt und mit Klappen versehen sind, durch deren Stellung man ebenfalls den Gasstrom leicht regeln kann. Die Lauge sammelt sich im unteren Theile des Thurmes an, setzt dort trübende Bestandtheile ab und fliesst durch das Bleirohr links in eine Rinne, aus der sie in grosse Sammelbottiche geleitet wird. Dieses Bleirohr hat Schwanenhalsbiegung, damit es stets voll Lauge steht, und so ein hydraulischer Verschluss hergestellt wird, welcher kein Gas aus dem Abflussrohr entweichen lässt.

Das aufsteigende eiserne und das absteigende Thonrohr ruhen beide auf gemauerten Sockeln. Sie sind an den mit *z* bezeichneten Zugängen mit Blechklappen verschlossen, durch welche man die Röhren von Flugstaub, der sich massenhaft in ihnen sammelt, reinigen kann. Beide Stränge, der eiserne *c* wie der thönerne *b*, sind aus mehreren mit Muffen versehenen Rohrstücken zusammengesetzt, und für die Dichtung der Muffen hat sich ein Kitt aus Cement, Chamotte, Theer, Kuhhaaren und Wasser am besten bewährt. Das Gasrohr ist selbstverständlich von dem Gerüst des Thurmes umgeben und gehalten, muss aber überall zugänglich sein.

Der Zug eines gewöhnlichen Schornsteins wird dadurch hervorgebracht, dass die darin aufsteigenden Gase wärmer sind als die umgebende Luft. Dies ist beim Laugenthurm nicht der Fall, da die Gase schon sehr abgekühlt eintreten und sich rasch weiter kühlen. Im aufsteigenden Strang *c* des 35 cm weiten Kühlrohrs sind aber die Gase noch heiss und hatten nach Harpfs Untersuchungen am obern Ende *I* noch 62 bis 90° C., beim Eintritt in den Thurm noch etwa 30° und beim Austritt nur 13 bis 17°, d. h. nicht viel mehr als das aus *w* kommende Wasser. Da das eiserne Rohr *c* die Wärme gut leitet, so kühlt sich das Gas darin rasch ab und gelangt schon mit erheblich erniedrigter Temperatur in den Strang *b*. Der Absorptionsraum *a* des Thurmes und der absteigende Strang *b* des Gasrohres bilden miteinander ein Kommunikationsgefäss, und die Gase, als ausdehnbarflüssige Körper, halten sich darin nach demselben Gesetz das Gleichgewicht wie zwei verschiedene tropfbar-flüssige Körper in einem und demselben Kommunikationsgefäss; d. h. die Höhen der Flüssigkeitssäulen verhalten sich umgekehrt wie die spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten, wobei eine Verschiedenheit des Querschnittes der beiden Arme des Gefässes ohne Belang ist. Dasselbe Verhalten zeigt sich hier.

Aus der im Thurm erfolgenden Umsetzung

$$\underset{\text{Kohlens. Kalk}}{Ca\,CO_3} + \underset{\text{Schwefligsäure}}{SO_2} = \underset{\text{Schwefligsaur. Kalk}}{Ca\,SO_3} + \underset{\text{Kohlensäure}}{CO_2}$$

geht hervor, dass jedes an Kalk gebundene Molekül Schwefligsäure ein Molekül Kohlensäure frei macht. Während die Gassäule im Rohr *b* hauptsächlich aus Schwefligsäure und Luft, besonders Stickstoff besteht, kann man daher die im Thurm als Kohlensäure und Luft annehmen, wobei die etwaige Schwefelsäure ausser acht gelassen ist. Nimmt man das specifische Gewicht zu 1, so ist das der Schwefligsäure $SO_2$ = 2,25 und das der Kohlensäure $CO_2$ = 1,53. Die Gassäulen in Thurm und Rohr werden sich folglich nach oben angeführtem Gesetz für kommunizirende Röhren bei einem Höhenverhältniss (*a*:*b*) von 225:153 oder annäherungsweise 3:2 das Gleichgewicht halten.

Wenn daher der Druck des in den Thurm tretenden Gases den darin herrschenden Druck überwinden soll, so muss Rohr *b* etwas länger sein als zwei Drittel der Gashöhe im Thurm. Nach den in Fig. 1469 eingetragenen Maassen sind diese Höhen 26 und 17 m, verhalten sich also wie $225 : \frac{225 \times 17}{26} = 147$, d. i. annähernd wie 225 zu 153. Dies genügt zur Herstellung des erforderlichen Zuges, weil die Gassäule im Thurm weniger schwer ist, als oben angenommen, indem die in der Lauge verbleibende freie Schwefligsäure keine Kohlensäure austreibt und durch Luft ersetzt wird, die nur 1 anstatt 1,47 (Kohlensäure) wiegt. Ausserdem wirkt die lebendige Kraft, welche das Gas beim Aufstieg in *c* erhält, noch mit, sodass dies leicht im Thurm aufsteigt. Um jedenfalls genügenden Zug zu haben, nimmt man jedoch nach den Erfahrungen der Praxis das Höhenverhältniss des Thurmes zum Rohr zwischen den Grenzen 3:2 und 4:3. Danach hätte das in Fig. 1469 dargestellte Rohr *b c* einige Meter höher sein müssen, um für alle Fälle gleichmässiges Ausströmen der Kohlensäure vom Thurm zu sichern.

Je kälter das auf den Thurm gepumpte Wasser ist, desto mehr Schwefligsäure kann es aufnehmen und desto weniger zieht oben ab. In manchen Fällen und Jahreszeiten hat man es desshalb für nöthig gefunden, es zu kühlen.

Nach Dr. Harpfs Untersuchungen wurde in jedem der 10 Stockwerke des Thurmes etwa gleich viel Schwefligsäure aufgenommen. Beim Titriren der aus den verschiedenen Abtheilungen entnommenen Lauge fand er einmal, dass die Lauge im fünften Stockwerk bedeutend stärker war als in den unteren und erklärt dies daraus, dass der Kalk im unteren Theil schon ziemlich aufgezehrt war, und die Lauge dort wieder Kalk und dadurch auch Schwefligsäure verlor. Er findet dies durch den Umstand bestätigt, dass die beim Reinigen der Thürme in den unteren Theilen gefundenen Krusten neben Gips auch Monosulfit enthalten.

Der grösste Gehalt an Schwefligsäure im Gasgemenge war 8 bis 10 pCt. Will man denselben durch Verringerung des Zugs noch höher treiben, so tritt bei Kiesverbrennung Schwefel-Sublimation ein. Eine zu anderer Zeit angestellte Untersuchung des Gases kurz über dem Eintritt in den Thurm ergab 6 bis 6,5 Volumprozente Schwefligsäure.

In dem Seiten 1423/4 abgedruckten Patent war Prof. Dr. Mitscherlich die Anwendung mit Kalkstein gefüllter Thürme zur Erzeugung einer Lösung von doppeltschwefligsauerm Kalk unter Wiederverwendung der aus den Kochern abgeblasenen Schwefligsäure-Gase geschützt. Viele Fabrikanten sahen sich dadurch veranlasst, Verfahren zur Herstellung der Lauge zu suchen, die nicht in das Schutzgebiet dieses Patentes fielen. Ein solches bestand z. B. darin, dass man die Thürme

nicht mit Kalkstein, sondern mit Koks, gebrannten Steinen und anderen neutralen Stoffen füllte und anstatt Wasser Kalkmilch darüber herabrieseln liess. Auf diese Art wurden auch Lösungen von doppeltschwefligsauerm Kalk erhalten, aber der Betrieb stellte sich theurer und schwieriger, weil man gebrannten Kalk zuerst in Kalkmilch umwandeln und diese auf die Thürme pumpen musste, und weil es schwierig war, die Füllung des Thurmes so anzuordnen, dass die Schwefligsäure völlig aufgenommen wurde und keine Verstopfungen eintraten.

Francke in Korndal bei Moelndal in Schweden hatte schon anfangs der achtziger Jahre eine grosse Sulfitstoff-Anlage in Betrieb und stellte die Bisulfit-Lauge in einem grossen gemauerten Thurme her. Auch anderwärts und neuerdings sind gemauerte Thürme zu diesem Zweck angewendet worden, weil sie den Stürmen mehr Widerstand bieten als hölzerne und grössere Dauer versprachen. Man hat jedoch meistens die Erfahrung gemacht, dass dieselben den Angriffen der Schwefligsäure weniger gut widerstehen als hölzerne, infolgedessen leicht undicht werden und viele Ausbesserungen nöthig machen. Wenn die einzelnen Fässer eines hölzernen Thurmes nur so gestaltet sind, dass sie, wie Seite 1481 gesagt und aus Fig. 1458 ersichtlich, trichterförmig ineinander passen, sodass die Steine bei ihrem Niedergange keinem Hindernisse begegnen, werden sie dem Zweck völlig entsprechen. Auch werden sie an Dauerhaftigkeit nichts zu wünschen lassen, wenn sie aus abgelagertem, möglichst harzreichem Holze, z. B. amerikanischem *pitch pine* bestehen.

Dr. Karl Kellner in Hallein benutzt häufig mehrere Thürme in der Weise, dass dieselben zusammen arbeiten, also eine Kette von Thürmen bilden. Die in einen Thurm unten einströmenden Gase werden, soweit sie nicht aufgesaugt sind, von oben durch Thonrohre unter den Rost des nächsten Thurmes geleitet, durchstreichen diesen und ebenso vielleicht einen dritten, bis sie völlig aufgebraucht sind. Vor dem Eintritt in den ersten mit Kalkstein gefüllten Thurm leitet er die Gase meist durch einen andern Thurm, der nicht mit Kalkstein, sondern mit Holzstücken oder gebrochenen Chamotteziegeln beschickt ist. In diesem Thurm entsteht daher in Wasser gelöste Schwefligsäure, welche mit der aus den andern Thürmen kommenden Lösung von doppeltschwefligsauerm Kalk zusammenkommt und diese soweit als nöthig mit freier Schwefligsäure anreichert.

Er leitet auch die aus den Kochern nach vollendetem Kochen abgeblasene und in Kühlschlangen verdichtete Schwefligsäure in das erste Drittel des Eintrittsthurmes, um Verstopfungen des Thurmes zu verhindern. Diese mehr als zweiprozentige wässrige Schwefligsäure verursacht nämlich eine so heftige Kohlensäure-Entwicklung an den Kalksteinen, dass die etwa daran entstandenen Krusten von Monosulfit oder Gips weggesprengt und von der niedergehenden Flüssigkeit weggeschwemmt werden. Da sich der Eintritt solcher starken Säure nach jeder Beendigung einer Kochung wiederholt, so können die Krusten nicht dicht genug werden, um Verstopfung zu veranlassen.

Eine Einrichtung dieser Art ist in Figg. 1470 und 1471 in 1:200 der wahren Grösse dargestellt und von Dr. Kellner in Nr. 84 der Papier-Zeitung von 1894 folgendermaassen beschrieben:

Sie besteht aus zwei oder mehreren nebeneinander senkrecht aufgebauten hölzernen Thürmen oder Saturationsschläuchen *I* und *II*, welche durch das Steinzeugrohr *S* verbunden sind.

Das Füllungsmaterial ruht auf Rosten wie $A_1$ in Fig. 1470 und muss nach der Natur der herzustellenden Verbindung gewählt werden. Es empfiehlt sich, für mein Verfahren die Thürme entweder mit Dolomit zu füllen zur Erzeugung eines Doppelsalzes von »saurer schwefligsaurer Kalkmagnesia«, oder mit kohlensaurem Kalk, um Calciumbisulfit darzustellen.

Ueber diesen Thürmen befinden sich Behälter $T_1$ und $T_2$, wovon $T_2$ mit frischem Wasser und $T_1$ mit der Lösungsflüssigkeit gefüllt ist, die aus dem Thurm *II* fliesst.

Der Abfluss aus diesen Behältern in die darunter angebrachten Ueberlaufnäpfe *U* wird durch eine von unten einstellbare Vorrichtung geregelt. Von den 36 Ueberlaufnäpfen *U*, die sich in jedem Thurm befinden, ist einer im Längsschnitt-Aufriss in halber Naturgrösse in Fig. 1472 dargestellt. Ueber den in der Mitte emporstehenden Ausgusshals *b* des Napfes *a* ist eine mit Greifknopf *d* versehene Glocke *c* gestülpt, deren untere Aussparungen die Flüssigkeit in der Pfeilrichtung durchlassen. Die Flüssigkeit wird im Napfe stets so hoch stehen,

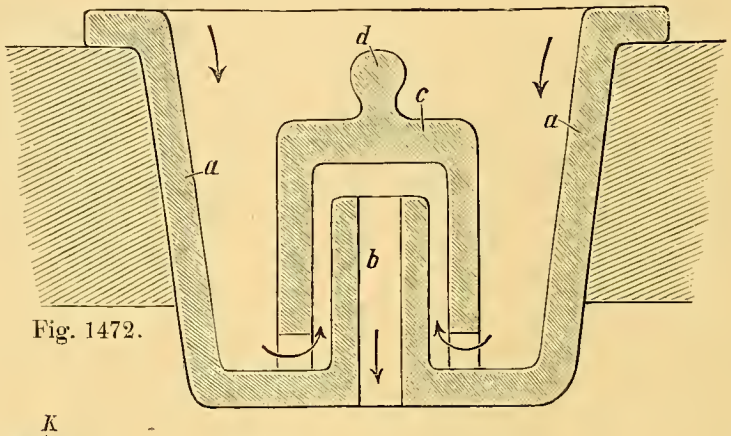


Fig. 1472.

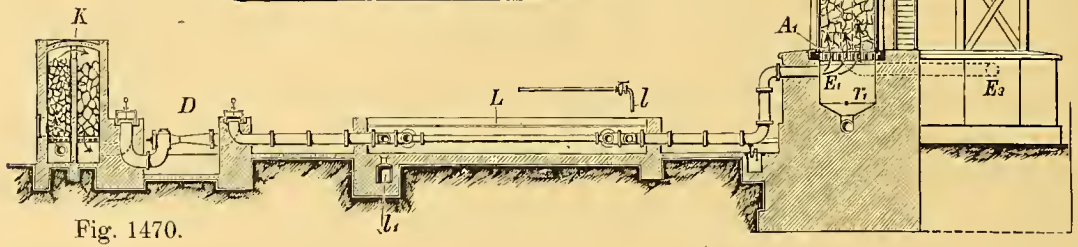


Fig. 1470.

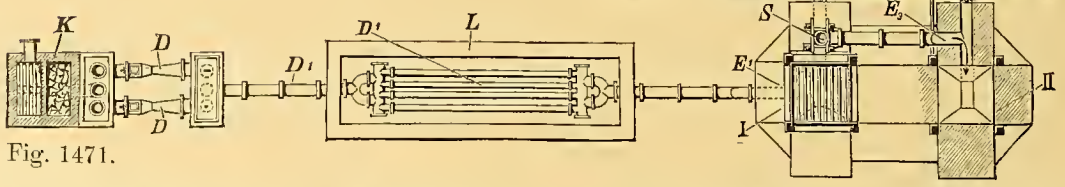
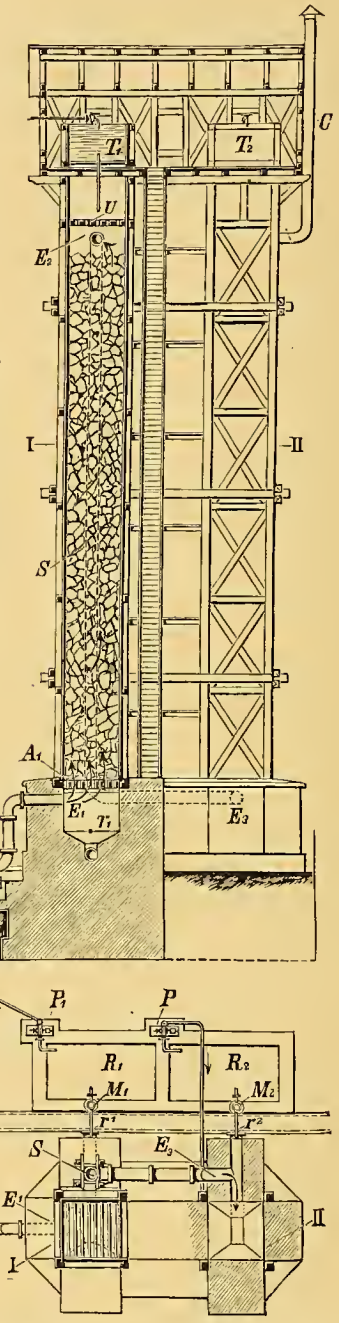


Fig. 1471.




wie der Ausflusshals *b* ist, und dadurch einen luftdichten Abschluss bilden. Ausserdem haben die Ueberlaufnäpfe den Zweck, die Berieselung der Kalksteine gleichmässig zu vertheilen, und bieten den Vortheil, dass sie sich nicht wie Brausen und Vertheilungsrohre sehr leicht verstopfen.

$M_1$ und $M_2$ sind Messgefässe, in welchen das Aräometergewicht und die Menge der aus den Thürmen *I* und *II* abfliessenden Lösungsflüssigkeit zu messen sind.

Das von den Schwefel- oder Kiesöfen kommende Schwefligsäure-Gas geht in der Richtung der Pfeile durch das Sublimatorium *K* und wird durch Dampfstrahlgebläse *D* weggesaugt und durch Kühlröhren $D^1$ geblasen. Diese liegen in einer gemauerten Grube *L*, welcher aus Rohr *l* frisches Wasser zufliesst. Am andern Ende fliesst ebensoviel Wasser durch Kanal $l^1$ ab.

Die gut abgekühlten Gase treten nun in den Thurm *I* von unten bei $E_1$ ein, bestreichen die darin befindlichen und von oben berieselten Steine, treten oben bei $E_2$ als ein Gemisch von schwefliger Säure, Kohlensäure, Stickstoff und Luft aus und werden durch das Steinzeugrohr *S* nach abwärts geführt, bis sie bei $E_3$ in den Thurm *II* münden, um darin wieder aufzusteigen und vollständig absorbirt zu werden. Die nicht aufgenommenen Gase, wie Stickstoff (N), Kohlensäure ($CO_2$) und Luft, strömen durch Rohr *C* ins Freie.

Das Sublimatorium *K* ist ein dicht verschlossener, niederer, durch eine Scheidewand in zwei Kammern getheilter Thurm. Diese Kammern sind mit unveränderlichen Stoffen, wie Ziegelstücke, Basaltsteine und Koks, gefüllt, die auf Rosten liegen und dem durchstreichenden Schwefligsäure-Gas eine grosse Oberfläche zum Ablagern des sublimirten Schwefels bieten. In der Mauer sind Putz- und Füllthüren angebracht, und es ist vortheilhaft, dass die Decken aus Pfannen bestehen, die mit durchströmendem Wasser gekühlt werden und das durch die Kammern ziehende Gas vorkühlen.

Während die Gase den beschriebenen Weg durchmachen, wird in den Thurm *II*, also in den dem Gaseintritt entgegengesetzten Thurm, Wasser von oben geleitet. Dasselbe berieselt die Kalksteine, verlässt bei $r^2$ den Thurm und fliesst als schwache Lösung durch Rohr $r^2$ und Messgefäss $M_2$ in den Behälter $R_2$. Aus diesem wird sie durch Pumpe *P* in den obern Behälter $T_1$ des Thurmes *I* gepumpt, fliesst von hier in den Thurm, berieselt dessen Inhalt und verlässt denselben, um als fertige Lauge durch Rohr $r_1$ und Messgefäss $M_1$ in den Behälter $R_1$ abzufliessen. Eine zweite Pumpe $P^1$ befördert die Lauge von hier zu den Kochern.

Die Anwendung mehrerer niedriger Thürme von vorstehend beschriebener Art anstelle eines einzigen sehr hohen ist von Dr. Karl Kellner und Anderen empfohlen und hat zur Folge, dass jeder kleine oder Theil-Thurm mit Wasser- und Gasleitungen wie der eine grosse versehen werden muss. Hierzu kommen noch die langen Röhren, welche das aus einem Thurm oben ausströmende Gas in den folgenden unten einführen, sowie die Pumpen, welche die Säure vom Fusse des einen auf den Gipfel des folgenden Thurmes befördern. Pumpen dieser Art aus Hartblei und Phosphorbronce sind kostspielig, verursachen häufige Ausbesserungen und in vielen Fällen infolge der zerstörenden Wirkung der Schwefligsäure öftere Erneuung. Auch die anderen Theile sind, soweit sie den Angriffen von Säure unterliegen, theuer und häufig ersatzbedürftig. Zum Ausgleich für diese erhöhten Anlage-Unterhaltungs- und Betriebs-Kosten werden die Gase nach Dr. Kellner's Angabe so langsam zwischen den Kalksteinen durchgedrückt, dass sie mit jedem Flüssigkeitstheilchen in Berührung kommen müssen. Dies geschehe nicht, wenn der eine grosse Thurm, wie es gewöhnlich der Fall ist, unter Zug arbeitet, weil die Gase dann auf dem mit dem weitesten Querschnitt versehenen leichtesten Weg durchgerissen würden, während die Flüssigkeit da herabriesele, wo sich die Steine am meisten berühren. Der künstliche Druck biete auch die Möglichkeit, beliebig viele Thürme hintereinander zu setzen, um die Schwefligsäure bis auf den letzten Rest aufzusaugen.

Nach allgemein technischen Grundsätzen erscheint es jedoch einerlei, ob die Gase durch die Thürme gesaugt oder gedrückt werden, falls ihnen Druck und Saugung dieselbe Geschwindigkeit verleihen. Die Möglichkeit völliger Aufsaugung der Schwefligsäure in einem einzigen Thurm, also mit erheblich geringeren Kosten, ist überdies durch zahlreiche nach Mitscherlich erfolgreich arbeitende Anlagen erwiesen.

Ausser der Seite 1492 dargestellten Einrichtung sind von Kellner und vielen Anderen Verfahren erfunden worden, bei denen die Schwefligsäure vier und mehr Thürme und Thürmchen durchstreichen muss, die mit Kalkstein oder neu-

tralen Stoffen gefüllt sind. Durch solche Theilung des hohen Mitscherlich-Thurms werden viele Röhren, Hähne, Pumpen usw. nöthig, die, wie oben ausgeführt, grosse Anlage- und Unterhaltungskosten verursachen, ohne mehr oder bessere Lauge zu liefern. Die von den Erfindern für solche Einrichtungen geltend gemachte ununterbrochene Erzeugung von Lauge wird mit einfachen hohen Thürmen auch erreicht, wenn man deren mehrere hat und einen ausschalten kann; sie ist aber auch nicht erforderlich, da man stets Kochlauge in Vorrath halten muss, also nicht durchaus auf die aus den Thürmen kommende angewiesen ist. Das Anreichern der Lauge mit freier Schwefligsäure kann in hohen Thürmen mindestens ebenso gut ausgeführt werden wie mit Theil-Thürmchen, indem man die Abgase oder die daraus hergestellte Schwefligsäure-Lösung hierzu verwendet. Will man eine ausnahmsweise zu schwache Lauge verstärken, so kann man sie, ebenso wie auf einen Theil-Thurm, auf einen einfachen hohen Thurm pumpen und nochmals durchgehen lassen.

In einer grossen nach Mitscherlich eingerichteten Fabrik erhielt man den besten Sulfitstoff, wenn die Lauge mit folgendem Schwefligsäure-Gehalt vom Thurm kam:

| Gesammt-$SO_2$ | Freie $SO_2$ | Gebundene $SO_2$ |
|---|---|---|
| 3,3—3,5 pCt. | 2,1—2,3 pCt. | 1,0—1,2 pCt. |

Durch Zufügung der nach vollendetem Kochen aus den Kochern abgeblasenen Schwefligsäure wurde der Gehalt an freier Säure auf etwa 2,6 bis 2,8 pCt. gebracht.

Folgende aus den Verbrauchs-Tabellen einer bewährten nach Mitscherlich arbeitenden Sulfitstoff-Fabrik stammenden Zahlen zeigen den Schwefel- und Kalkverbrauch beim Thurmbetrieb:

1. Schwefel-Verbrauch (sizil. Rohschwefel) i. J. 1892 = 101095 kg,
2. Tuffstein-Verbrauch „ „ „ = 136000 „
3. Laugen-Erzeugung „ „ „ = 5039980 l von 5° Bé.

Hieraus ergiebt sich, dass 100 kg Rohschwefel in Verbindung mit etwa 135 kg Tuff rund 5000 l Lauge von 5° Bé lieferten.

Der Gehalt dieser Lauge an Schwefligsäure ergiebt sich aus folgenden dem Laboratorium-Journal entnommenen Zahlen:

| *Gehalt der Lauge vor dem Einlassen in die Kocher an Gesammt-$SO_2$* | *Bé°* | *spezifisches Gewicht* |
|---|---|---|
| 3.21 pCt. | 5.2 | 1.035 |
| 2.99 „ | 5.0 | 1.035 |
| 2.78 „ | 5.0 | 1.035 |
| 2.88 „ | 4.7 | 1.030 |
| 2.78 „ | 4.75 | 1.035 |

Hieraus geht auch hervor, dass die Schwankungen im Schwefligsäure-Gehalt von der Beaumé-Spindel richtig angezeigt wurden.

**532. Sulfitlauge-Bereitung mit Kalksteinen in Bottichen.** Die Anwendung mehrerer, auch kleinerer Thürme ist im vorigen Abschnitt erwähnt, und diesen Einrichtungen zunächst stehen die Gruppen von mit Kalkstein gefüllten Bottichen, bei denen die chemische Umsetzung genau wie in Thürmen vor sich geht. Dr. Karl Kellner gab in der Papier-Zeitung 1894 die Beschreibung einer solchen Bottich-Batterie, die er in der Zellstoff-Fabrik Waldhof bei Mannheim einrichtete, und die in Figg. 1473, 1474, 1475 in 1:100 der wahren Grösse

dargestellt ist. Dieselbe arbeitet infolge der kundigen Leitung in Waldhof vorzüglich, machte aber anderwärts Schwierigkeiten dadurch, dass sich die Rohre rasch vergipsten.

Fig. 1473.

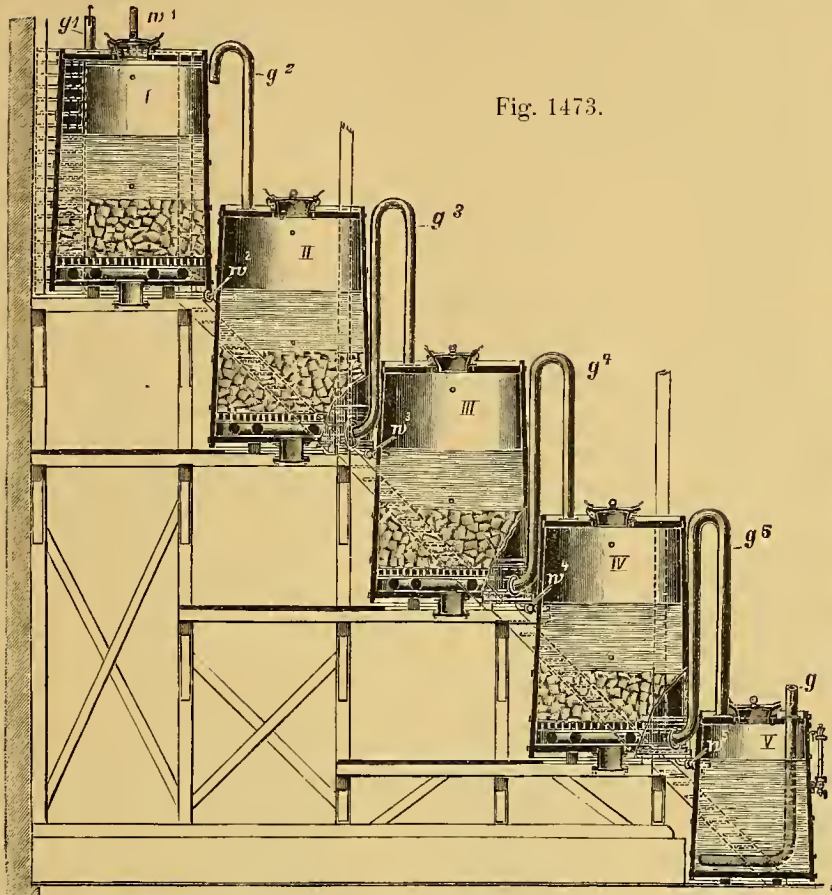
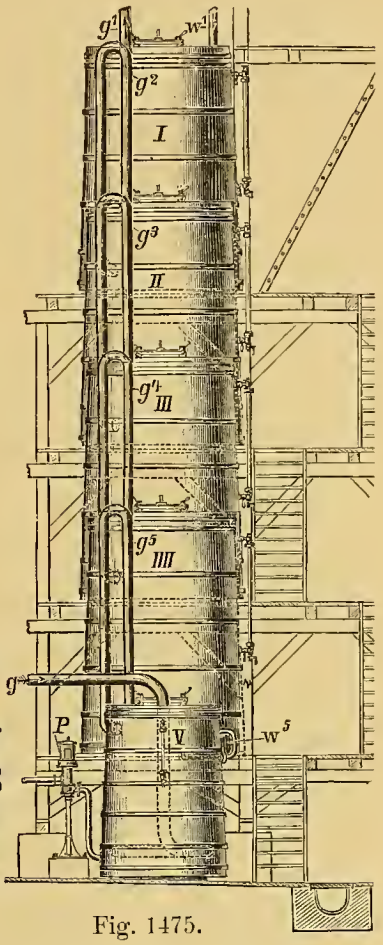



Fig. 1475.



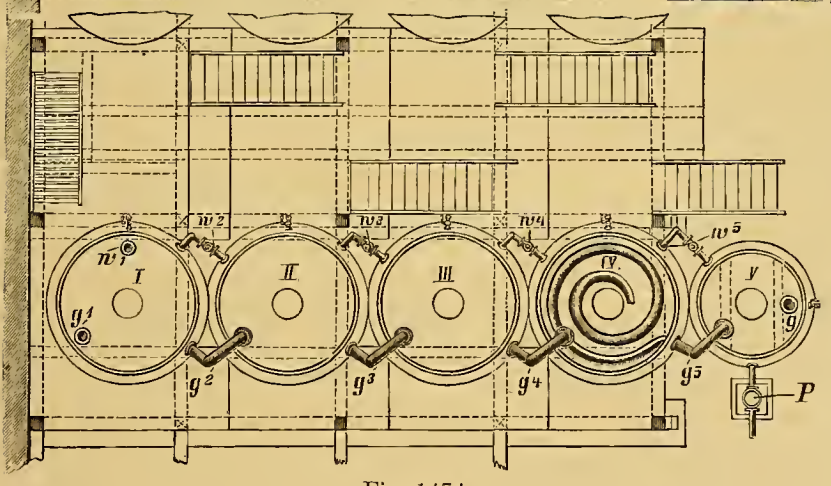
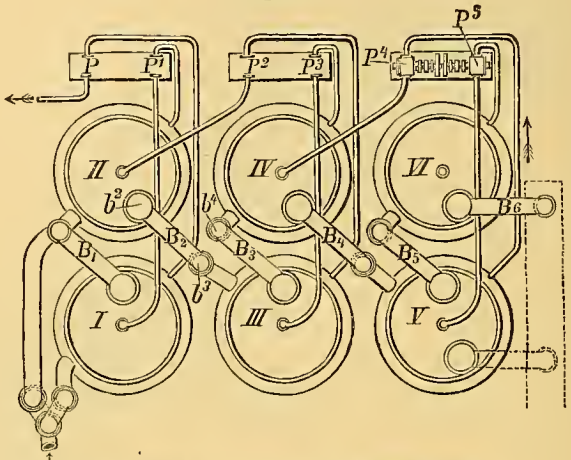




Fig. 1474.

Die Bottiche *I* bis *V* sind so aufgestellt, dass die darin enthaltene Lösung durch mit Hähnen versehene Verbindungsröhren $w^2$ bis $w^5$ in den folgenden fliessen kann, bis sie in *V* anlangt. Das Wasser fliesst durch Rohr $w^1$ in den Bottich *I*, der wie *II, III, IV* mit durchlässigem innerem Boden versehen ist, auf dem Kalksteine liegen. Die vom Kompressor kommende, also gespannte Schwefligsäure tritt durch Bleirohr *g* in den untersten Bottich *V*, der nur die Lösung aus *IV* aufnimmt und keinen doppelten Boden

und keine Kalksteinfüllung hat. Die von dieser Lösung nicht aufgenommene Säure geht durch Bleirohr $g^5$ in die unter dem innern Boden von *IV* liegende Schlange, durch deren Oeffnungen sie sich gleichmässig über den Bottich vertheilt. Ebenso geht die nicht aufgenommene Säure durch Rohre $g^4$, $g^3$, $g^2$ bis in den Bottich *I*, aus welchem der etwaige Rest von Gas durch Rohr $g^1$ abgeführt wird. Die Gasröhren $g^5$, $g^4$ . . . sind so hoch geführt, wie die Zeichnung zeigt, damit durch dieselben keine Flüssigkeit aus dem höhern in den niedrigern Bottich gelangen kann. Bei richtiger Leitung des Betriebes wird aus dem letzten Rohr $g^1$ in der Hauptsache nur Luft, aber keine Säure mehr abziehen, da diese von den durchzogenen Flüssigkeiten aufgenommen sein soll. Die in *V* angekommene Lösung nimmt hier nur noch Schwefligsäure, aber keinen Kalk mehr auf und geht durch den Laugenmesser *P* ab. Jeder Bottich ist mit einem Mannloch aus Hartblei und einem Wasserstandszeiger versehen. Treppen erleichtern den Zugang zu allen Theilen.

Fig. 1476.



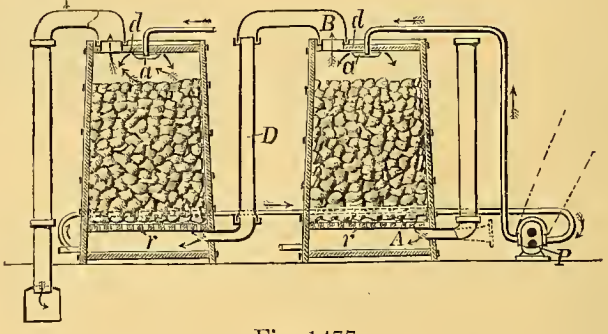




Fig. 1477.

Eine später von Dr. Kellner eingeführte Einrichtung ist in Fig. 1476 im Grundriss, und in Fig. 1477 im Aufriss zweier Bottiche dargestellt. Dieselbe besteht aus einer Anzahl mit Deckeln dicht geschlossener Bottiche *I, II* bis *VI,* welche auf einer Höhe von etwa 500 mm über dem Boden einen Rost *r* zur Aufnahme der Kalksteine haben. Am Deckel *d* ist ausser einer Oeffnung für die Gasausströmung eine Rosette *a* angebracht, welche die aus dem vorherigen Bottich aufgepumpte Flüssigkeit so vertheilt, dass die im Bottich befindlichen Kalksteine gleichmässig berieselt werden.

Die Gase treten unter dem Rost *r* in den Bottich *I* ein, bestreichen die von oben berieselten Kalksteine, und die hier nicht aufgesaugten Gasmengen treten bei *B* aus und strömen durch das Verbindungsrohr *D* in den nächsten Bottich usw.

Während sämmtliche Bottiche mit rohen Kalksteinen oder mit einem Gemisch von Kalksteinen und Magnesit, oder am besten mit Dolomit gefüllt sind, je nachdem dies für die örtlichen Verhältnisse am passendsten erscheint — ist der Eintrittsbottich *I* mit Holzstückchen, Basalt oder Ziegelsteinen, oder mit andern indifferenten Stoffen gefüllt. Dies hat den Zweck, die Lösungsflüssigkeit vor dem Verlassen des Bottichs *I* mit $SO_2$ anzureichern.

Das in den Bottichen *VI* bis *II* gebildete Bisulfit überrieselt nämlich in *I* einen indifferenten Stoff und wird in grossen Oberflächen der eintretenden schwefligen Säure ausgesetzt, wodurch sich von diesem Gase mehr löst als zur Bildung der Bisulfite stöcheometrisch nothwendig ist.

Die stark gekühlten, auf die Wassertemperatur gebrachten Gase treten in der bereits beschriebenen Weise in den Bottich *I* und strömen durch sämmtliche Bottiche. In den letzten Bottich *VI* wird jedoch Wasser, dessen Menge durch einen Wipptrog oder andere Messvorrichtung geregelt ist, gelassen. Die aus diesem Bottiche *VI* ablaufende Flüssigkeit wird durch kleine Pumpen $P^5 \ldots P$ aus Blei oder Phosphorbronze von diesem Bottich zum nächsten gehoben usw., bis dieselbe aus demjenigen Bottich in den Laugenbehälter fliesst, in welchen die Gase nach dem Kühlen treten, in unserm Falle Bottich *I*.

Stellt sich die Nothwendigkeit heraus, den einen oder den andern Bottich zu reinigen oder frisch zu füllen, so kann derselbe beliebig ausgeschaltet werden ohne Störung des Betriebes, dadurch, dass seine Knie- oder Verbindungsstücke $B\,B^1$, $B^2$ usw. abgenommen und anders angeordnet werden. Soll z. B. Bottich *III* ausgeschaltet werden, so wird das Verbindungsstück $B^3$ abgenommen und das Verbindungsstück $B^2$ so gedreht, dass sein Ende $b^3$ nach $b^4$ gelangt und die Gase aus Bottich *II* unmittelbar in Bottich *IV* strömen. In solcher Weise können ein oder mehrere Bottiche ausgeschaltet werden.

In Nr. 17 der Papier-Zeitung von 1894 gab Emil Némethy die Darstellungen Figg. 1478, 1479, 1480 und folgende Beschreibung einer nach seinen Angaben von dem Maschinenfabrikanten E. Nacke in Coswig in Sachsen ausgeführten Einrichtung.

Der Laugenbehälter ist in mehrere Abtheilungen $A^1$, $A^2$ und $A^3$ getheilt, und aus jeder derselben wird die Laugenflüssigkeit durch eine Pumpe in die darüber stehenden Absorptionstonnen befördert, wo sie durch Brausen über die ganze Kalksteinschicht gleichmässig und in reichlicher Menge fliesst. Die Flüssigkeit durchströmt die Tonnen von oben nach unten, nimmt dabei schweflige Säure und Kalk auf, fliesst sodann in den Laugen-Behälter zurück und wird so in jeder Abtheilung von der zugehörigen Pumpe in einem fortwährenden Kreislauf erhalten.

Das Schwefligsäuregas, welches in Schwefelbrennern oder Kiesöfen von bekannter Bauart erzeugt und hierauf gut abgekühlt wird, durchströmt die Absorptionstonnen $B^1$ bis $B^9$, indem es der Reihe nach in denselben aufsteigt und ausserhalb niedergeht, und wird hierbei von der in den einzelnen Abtheilungen umlaufenden Laugenflüssigkeit aufgenommen. Erfahrung hat gelehrt, dass schon ein kleines, z. B. durch Verbindung mit dem Schornstein erzeugtes Vakuum hinreicht, um die Aufsaugung unvollkommen zu machen und Verluste an Schwefeldioxyd herbeizuführen. Aus diesem Grunde wird bei vorliegender Einrichtung das Gas nicht hindurchgesaugt, sondern mit einer in der Zeichnung nicht angegebenen Vorrichtung durch die Tonnen gedrückt.

Die in Abtheilung $A^1$ umlaufende Lauge kommt mit dem unmittelbar vom Schwefelofen kommenden und daher an Schwefeldioxyd reichsten Gase in Berührung und nimmt einen grossen Theil desselben auf, während der Rest in der 2. und hierauf in der 3. Abtheilung aufgenommen wird. Die in der letzten Abtheilung umlaufende Lauge vertheilt sich nur auf 2 Absorptionstonnen, wodurch der Laugenstrom in denselben noch stärker und die Gasaufsaugung noch vollkommener wird. Sollte aber dennoch ein kleiner Rest von schwefliger Säure entweichen, so wird derselbe im Absorptionsthurm $B^9$, in welchen ganz reines kaltes Wasser strömt, vollends aufgenommen.

Den Umlauf der Lauge in den einzelnen Abtheilungen besorgt für $A^1$ die Pumpe $P_1$, für $A^2$ die Pumpe $P_2$ und für $A^3$ die Pumpe $P_3$. Die Pumpe $P$ hat in erster Linie den Zweck, die fertige Lauge aus dem Sammelbehälter $A$ in einen Laugenbehälter über den Kocherraum zu befördern, in zweiter Linie aber auch die Aufgabe, bei dem Umlauf mitzuwirken, wenn eine der 3 Umlaufspumpen infolge einer kleinen Reparatur (Riemenspannen und dergl.) zeitweise ausser Betrieb gesetzt werden muss. Zu diesem Zwecke stehen die Saug- und Druckleistungen der einzelnen Pumpen durch Dreiweghähne oder auch durch Ventile in solcher Verbindung (Fig. 1479), dass jede Pumpe auch in einer andern Abtheilung als der zugehörigen den Umlauf

bewirken kann, sodass, wenn z. B. $P_2$ ausser Betrieb ist, $P$ in $A^1$, $P_1$ in $A^2$ und $P_3$ in $A^3$ den Umlauf besorgt, und in keiner Abtheilung der Laugenumlauf wegen eines zufälligen Stillstandes der zugehörigen Pumpe unterbrochen werden muss. Nur dadurch, dass das Schwefligsäuregas stets stark berieselte Kalksteinschichten durchströmt, wird Verkrustung der Kalksteine und Verstopfung der Gaswege unmöglich gemacht.

Zu Beginn der Arbeit sind die Laugenbehälter mit frischem Wasser gefüllt, die Dreiweghähne so gestellt, dass jede Pumpe den Umlauf in der zugehörigen Abtheilung besorgt, und der Wasserzufluss zu dem letzten Absorptionsthurm $B^9$ abgesperrt.

Die Umlaufspumpen sowie die obenerwähnten Gasdruckapparate werden nun in Betrieb gesetzt und sodann der Schwefelofen angeheizt. Die Stärke der Lauge in den einzelnen Abtheilungen nimmt nun fortwährend zu, und zwar derart, dass in $A^1$ die stärkste, in $A^2$ schwächere und in $A^3$ die schwächste Sulfitlösung entsteht. Hat die Lauge in $A^1$ nahezu jene

Fig. 1478.

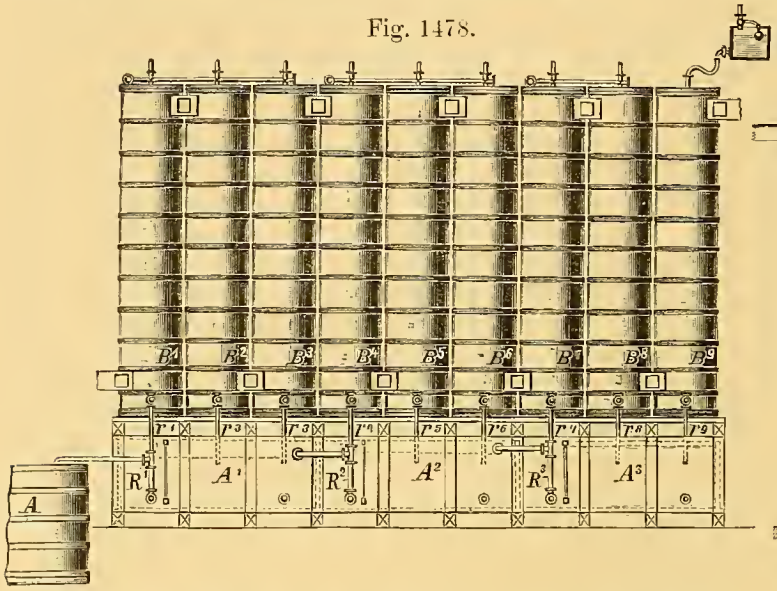
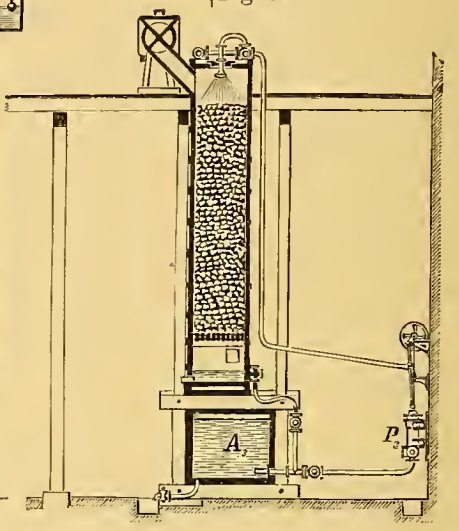



Fig. 1480.



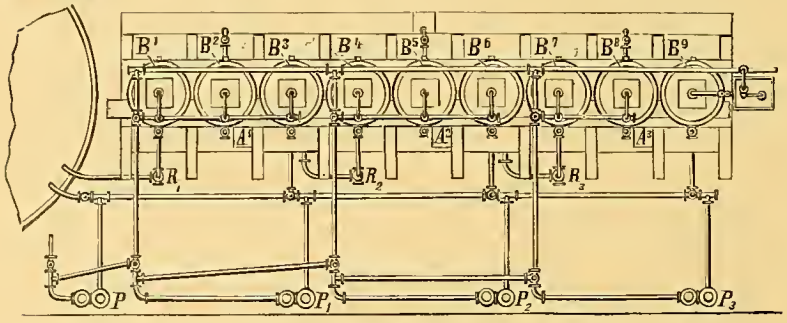




Fig. 1479.

Stärke erreicht, welche man zum Kochen benöthigt, so wird in den letzten Absorptionsthurm $B^9$ frisches Wasser geleitet, welches denselben nach abwärts durchströmt und sodann durch das Rohr $r^9$ in die Abtheilung $A^3$ gelangt. In letzterer steigt hierdurch die Flüssigkeit so hoch, dass die aus den Tonnen zurückfliessende Lauge nicht mehr vollständig Platz findet und infolgedessen zum Theil durch eine Abzweigung des Rohres $r^7$ aus der Tonne $B^7$ direkt in die Abtheilung $A^2$ fliesst. Der Laugenüberschuss kann durch Rohr $R^3$ nach $A^2$ fliessen. In gleicher Weise findet ein Uebertritt der Lauge aus $B^4$ nach $A^1$ und aus $B^1$ nach dem Sammelbehälter $A$ statt. Da die Gase in $B^1$, $B^4$ und $B^7$ an Schwefligsäure reicher sind als in den folgenden Tonnen der betreffenden Abtheilungen, so wird nur die stärkste Lauge in die vordern Abtheilungen, beziehungsweise in den Sammelbehälter gelangen.

Die beschriebene Einrichtung besteht also im wesentlichen aus mehreren Abtheilungen von je einem Behälter und mehreren Absorptionstonnen, in welchen man, nach der Konzentration abgestuft, Sulfitlösung in fortwährendem Kreislauf erhält, während die Zuströmung von Wasser und Schwefeldioxyd in stetigem Gegenstrom erfolgt. Bei gleichmässigem Gasstrom ist hierbei die Stärke der zu erzeugenden Lauge nur abhängig von der in den letzten Absorptionsthurm einströmenden Wassermenge, welche ihrerseits durch einen mit Schwimmer versehenen Regulirkasten stets gleichmässig erhalten wird.

Zur Erzeugung von stets gleichmässig zusammengesetzter Kochlauge ist es also nur noch erforderlich, auch die Kalksteinfüllung der Tonnen gleichmässig zu erhalten. Dass es bei einer so bedeutenden Gesammtmenge von Kalkstein, welche etwa 40 Tonnen beträgt, auf einige Centner mehr oder weniger nicht ankommt, ist selbstverständlich. Hauptsache ist, dass die Kalksteinmenge stets annähernd gleich bleibt, und hierzu genügt es, wenn in regelmässiger Reihenfolge täglich die Tonnen einer der 3 Abtheilungen nachgefüllt werden.

Dieses Nachfüllen erfolgt während des Betriebs und zwar entweder mit luftdicht schliessenden, drehbaren Gossen (Fig. 1480), oder mit Füllvorrichtungen, welche mit Wasserabschluss eingerichtet sind. Letztere, sowie besondere Vorrichtungen, welche zur äussern Anmerkung der Füllhöhe dienen, sind in der Zeichnung nicht angegeben.

Um je nach Bedarf mehr oder minder mit Kalk gesättigte Sulfitlösung herstellen zu können, muss man einige der Tonnen statt mit Kalksteinen mit indifferenten Berieselungsstoffen füllen, wie z. B. Glasschlacke, Koks, Ziegelstücke und dergl. mehr. Die mit solchen säurebeständigen Stoffen gefüllten Tonnen bedürfen dann selbstverständlich niemals einer Nachfüllung und daher auch keiner Füllvorrichtungen.

Eine derartige Einrichtung ist in der Sulfitstoff-Fabrik der Fuji Paper Co. in Fujigori, Suruga, Japan, seit 1891 mit Erfolg in ununterbrochenem Betrieb. Trotz Japans heissem Klima wurde damit auch im Sommer Lauge von 6° Bé erzeugt, und nach mehr als einjährigem Betrieb war niemals Verstopfung der Gaswege und Verkrustung der Kalksteine eingetreten.

Als Vorzüge der Einrichtung macht Herr Némethy geltend, dass die Kalksteine sich nicht verkrusten, der Betrieb ohne Unterbrechung fortgeht, auch die Kalksteine während des Betriebes nachgefüllt werden und die Schwefligsäure vollkommen aufgesaugt wird. Das Verkrusten soll im wesentlichen dadurch verhindert werden, dass ein starker Strom die Kalksteine bespült, die entstehenden geringen Mengen Gips stetig mitnimmt, und dass der Schlamm sich auf dem Boden der Laugenbehälter absetzt.

Die ununterbrochene Herstellung von Sulfitlauge, welche mit vorstehend beschriebener und anderen Einrichtungen erzielt werden soll, hat, wie Seite 1494 erklärt, keinen Werth, weil die Kocher nicht stetig, sondern nur nach erfolgter Entleerung mit Lauge gespeist werden. Für diese Neufüllung muss man, um dieselbe rasch ausführen zu können, Vorrath von Lauge haben und kann denselben so bemessen, dass eine Störung in der Laugen-Erzeugung keine Unterbrechung des Betriebs zur Folge hat. Wenn mehrere Thürme vorhanden sind, kann man auch stets einen ausschalten, ohne die Laugen-Erzeugung zu unterbrechen, während bei einer immerhin möglichen Störung im Betrieb der vorbeschriebenen Einrichtung die Laugenbereitung stockt.

In allen mit Kalkstein gefüllten Bottichen geschieht nur dasselbe wie in den hohen von Mitscherlich eingeführten Thürmen, während zur Ueberführung von Gas und Flüssigkeit aus einem Bottich in den anderen viele Ventile, Röhren und Pumpen nöthig sind, die, wie bei den Theil-Thürmen Seite 1493 gesagt, die Anlage vertheuern und die Gelegenheit zum Entweichen von Gas vervielfältigen. Wie schwierig es ist, die vielen meist aus Blei bestehenden Theile instand zu halten, weiss jeder Praktiker, und er wird desshalb derjenigen Einrichtung den Vorzug geben, welche deren bei gleicher Leistung am wenigsten bedarf.

**533. Sulfitlauge-Bereitung mit Kalkmilch in Bottichen.** Wenn man anstatt rohen Kalksteins, wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, gebrannten benutzt und daraus Kalkmilch herstellt, hat man nur die Schwefligsäure in diese einzuleiten, um Sulfitlauge zu erhalten. Roher Kalkstein verliert beim Brennen seine Kohlensäure und wird in Calciumoxyd Ca O umgewandelt, welches begierig Wasser aufsaugt und hierbei d. i. beim Löschen 32 Theile Wasser auf 100

Calciumoxyd aufnimmt. Dieses Kalkhydrat $Ca O_2 H_2$ wird zu Kalkbrei, wenn man es mit der zwei- bis dreifachen Menge Wasser mischt, und mit noch mehr Wasser zu Kalkmilch. Da sich bei 18° nur ein Theil Kalkhydrat in 780 Theilen Wasser und bei 100° in 1500 Theilen Wasser löst, so kann Kalkmilch nur eine sehr kleine Menge Kalkhydrat in Lösung d. h. als Kalkwasser enthalten. Der weitaus grösste Theil schwebt im Wasser in Form sehr kleiner Theilchen, ist also darin suspendirt, und bei längerem Stehen setzt sich das Kalkhydrat daraus ab. Das in solche Kalkmilch geleitete Schwefligsäuregas verbindet sich zunächst mit einem Atom Calciumoxyd zu einfachschwefligsauerm Kalk, der als weisses Pulver niederfällt und sich erst wieder löst, wenn durch fortgesetztes Einleiten mindestens noch ebensoviel Schwefligsäure in das Wasser gelangt ist. Man kann diese Umsetzung sehr gut beobachten, wenn man in einer Retorte aus Kupfer und Schwefelsäure Schwefligsäure entwickelt und diese in ein mit Kalkmilch gefülltes Glas leitet, aus dem der Ueberschuss dann noch in ein zweites gelangt.

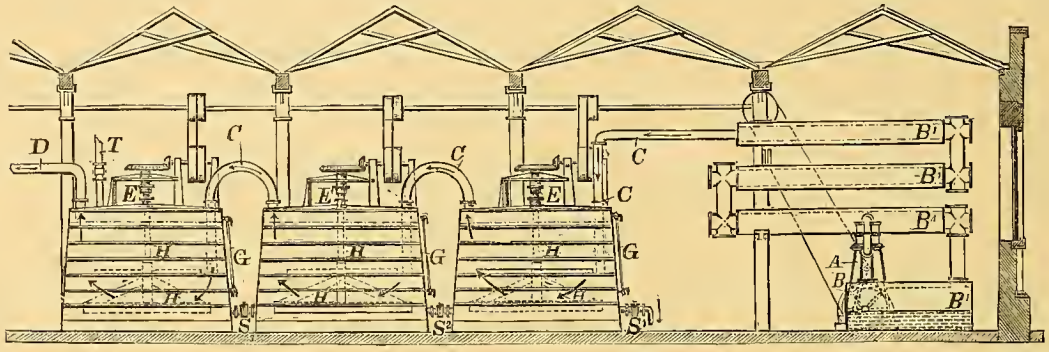



Fig. 1481.

Die erste Einrichtung zu fabrikmässiger Herstellung von Lauge durch Einleitung von Schwefligsäure in Kalkmilch ist von Isaac S. McDougall in Irk Vale, Chadderton bei Manchester in England in seinen Patentschriften beschrieben. Sein ältestes englisches Patent datirt vom 13. März 1883, die in Fig. 1481 wiedergegebene Darstellung sowie die Erklärung derselben sind jedoch dem spätern und vollständigern amerikanischen Nr. 311595 entnommen.

Die schweflige Säure wird durch Verbrennen von Schwefel im Ofen *B* nach folgender Beschreibung erzeugt:

*A* ist die Gebläsemaschine, welche die Luft durch die Retorten *B* zu treiben hat. Ist der Schwefel im Innern der Retorte, z. B. mittels eines heissen Eisens, entzündet, so erhält derselbe reichliche Luftzufuhr vom Gebläse, die Verbrennung geht ohne weiteres vor sich und bedarf keiner Unterstützung durch äussere Wärme. Im Gegentheil wird durch einen Wassermantel $B^1$ ein Ueberhitzen vermieden, welches den Prozess stören würde. Die sich zunächst an die Retorten *B* anschliessenden Röhren sind ebenfalls mit Wassermänteln $B^1$ versehen. Röhren *C* leiten nun das Gas nach Bottichen *E*, in denen sich Rührer *H* befinden, damit die Flüssigkeit mit dem Gas in möglichst innige Berührung gelange.

Mehrere solcher Bottiche *E* stehen miteinander in Verbindung durch die Hähne $S^1$, $S^2$, $S_3$ usw. Solange das Durchblasen des Gases vor sich geht, sind diese Hähne geschlossen. Das Wasser oder die Lösungsflüssigkeit wird in den letzten Bottich durch Rohr *T* eingelassen.

Bevor das Einblasen des Gases beginnt, werden die Bottiche mittels der Hähne *S* so weit gefüllt, dass die Röhren *C* ziemlich weit eintauchen und das Gas in die Flüssigkeit selbst hineintreiben. Das überschüssige Gas wird vom letzten Gefäss durch Rohr *D* abgeleitet. Um die Höhe der Flüssigkeit in jedem Gefäss beobachten zu können, und zur Entnahme von Proben sind Glasröhren *G G* mit Ablasshähnen angebracht.

Beim Betrieb soll das Gas solange durch die Bottiche getrieben werden, bis die Lösung im ersten die gewünschte Sättigung erlangt hat. Sodann wird das Durchblasen unterbrochen, die Flüssigkeit aus dem ersten Bottich abgelassen und durch Oeffnen der Hähne $S_2$, $S_3$ und $T$ der Flüssigkeitsstand wieder auf die vorige Höhe gebracht. Das Blasen beginnt nun wieder und wird solange fortgesetzt, bis die Lösung im ersten Gefäss wieder die gewünschte Stärke hat. Die Anzahl der Bottiche $E$ ist so gross zu wählen, dass aus dem Rohr $D$ nur ein geringer Ueberschuss von schwefliger Säure entweicht.

Bei Herstellung von Sulfitlauge nach Mc Dougall's Verfahren wird die Kalkmilch in einem höher gelegenen Behälter bereitet.

Das amerikanische Patent Nr. 446652 von Alexander Wendler und Julius Spiro schützt die in Fig. 1482 dargestellte Einrichtung.

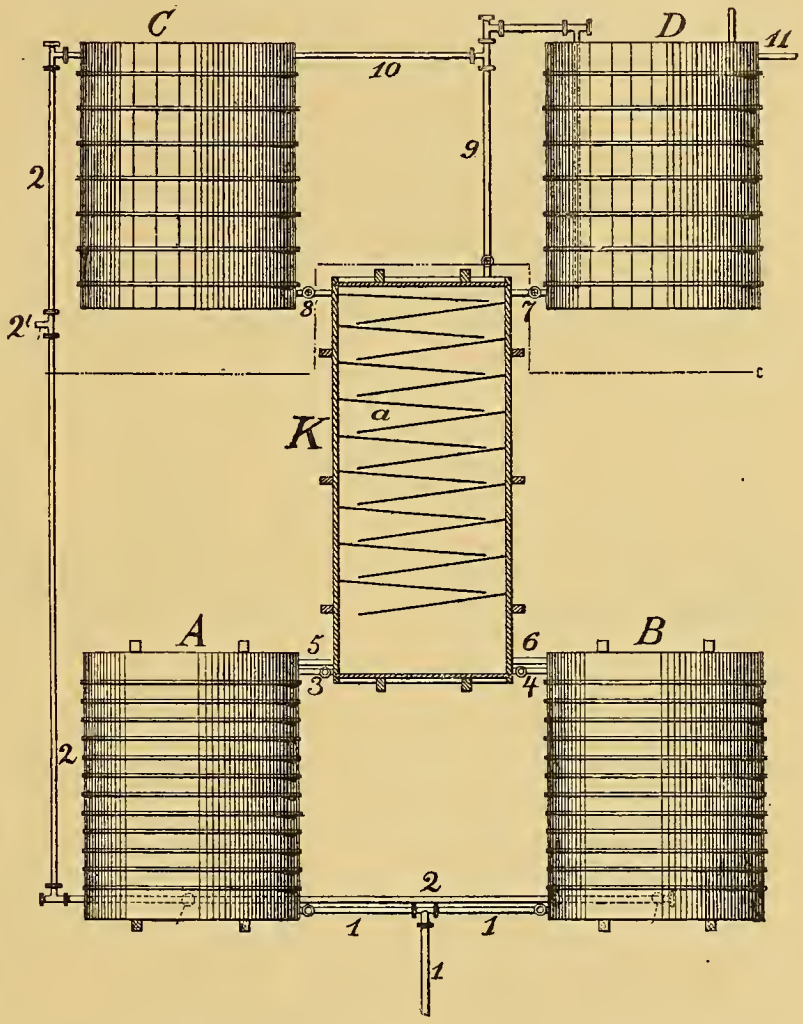


Fig. 1482.

Die hochstehenden hölzernen Bottiche $C$ und $D$ werden mit Kalkmilch gefüllt, welche durch Rohr *11* (rechts oben) eintritt. Die schweflige Säure wird vom Schwefelofen aus durch das Rohr *1* in die Gefässe $A$ und $B$ geleitet und steigt in diagonaler Richtung entweder von $A$ durch $K$ nach $D$, oder von $B$ durch $K$ nach $C$ empor. Die Kalkmilch kommt der schwefligen Säure auf denselben Wegen entgegen und fliesst in $K$, behufs Darbietung einer grösseren Oberfläche, über schräg gegeneinandergestellte Holztafeln $a$. Während Gefäss $D$ durch Rohr *11* stets frische Kalkmilch erhält, dient $C$ zur Aufnahme der noch nicht genügend gesättigten Lauge, welche aus $A$ durch Rohr *2* emporgepumpt wird.

Zum Einleiten der schwefligen Säure in die Absorptionskammer $K$ dienen die Röhren *5* und *6*; von hier aus steigt das nicht aufgenommene Gas durch Röhren *9* und *10* nach den Bottichen $C$ und $D$. Die Kalkmilch wird durch Röhren *7* und *8* nach der Mischkammer geleitet und tritt nach erfolgtem Durchfliessen derselben durch Röhren *3* und *4* nach $A$ und $B$. Hat die Lauge hinreichende Stärke, so wird sie durch Rohr *1* abgelassen.

Die Erfinder haben jedoch die Einrichtung — wahrscheinlich auf Grund damit gemachter Erfahrungen — umgestaltet und empfahlen 1892 die Anordnung Fig. 1483, zu welcher Julius Spiro folgende Erklärung gab.

*a* bezeichnet den Luftkompressor, welcher an einer beliebigen Stelle in der Nähe einer Transmission aufgestellt werden kann, da die Entfernung zwischen *a* und dem Schwefelofen *b* bis zu gewissen Grenzen beliebig genommen werden kann.

Der Schwefelofen *b* wird in zwei verschiedenen Weisen ausgeführt, entweder mit automatischer Füllung, indem der zur Entwickelung der Gase verbrauchte Schwefel ununterbrochen durch neu hinzutretenden ersetzt wird, sodass man beständig die gleiche Menge Schwefel im Ofen behält, oder, dass man den Luftzutritt zum Ofen absperrt und denselben nach Verbrauch des Schwefels von neuem füllt. Die Maasse des Ofens sind derart, dass eine Füllung eine Tonne Schwefel enthält.

Die im Ofen *b* erzeugten Gase gehen durch ein gusseisernes Rohrsystem bis zur Bleiröhren-Kühlung *g*. Die in *g* eintretenden Gase sind handwarm und werden beim Durchgehen durch die in *g* befindlichen Bleirohre, welche von Wasser umgeben sind, abgekühlt. Die aus *g* austretenden abgekühlten Gase gelangen dann zu dem Bottichsystem.

Die Kalkmilch fliesst von *c* durch den Absorptionskasten *d*, welcher der in *f* nicht aufgenommenen Schwefligsäure eine grosse Angriffsfläche bietet, nach Bottich *f*, wo dieselbe halbfertig ankommt und solange frisch ankommende Schwefligsäure aufnimmt, bis sie die gewünschte Stärke erhalten hat. Während dieses Zeitraums fliesst die Kalkmilch von *c* durch *d* in einen in der Zeichnung durch *f* verdeckten Bottich *h*. Das Gas geht umgekehrt durch *f*, *d*, *c*.

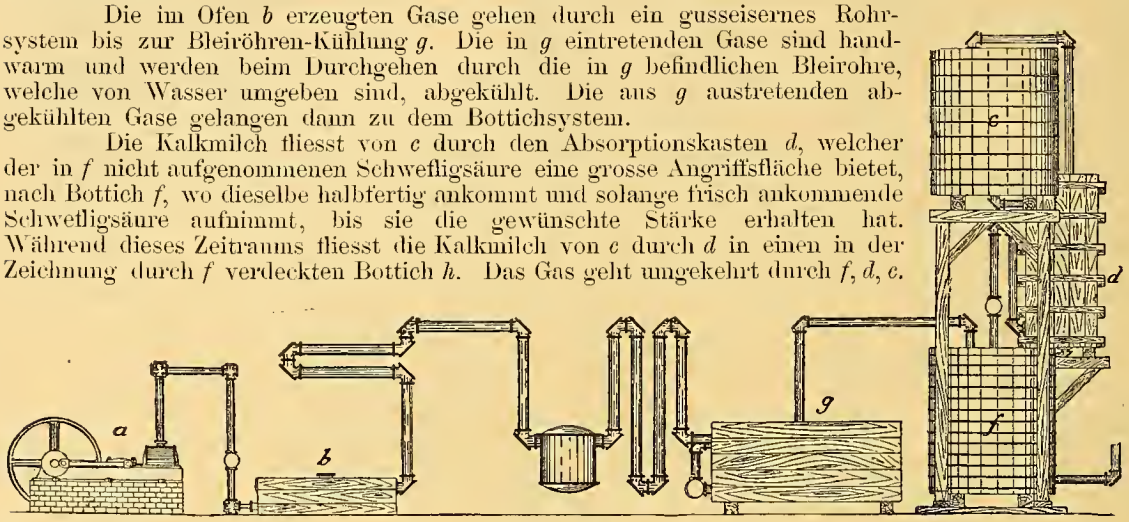


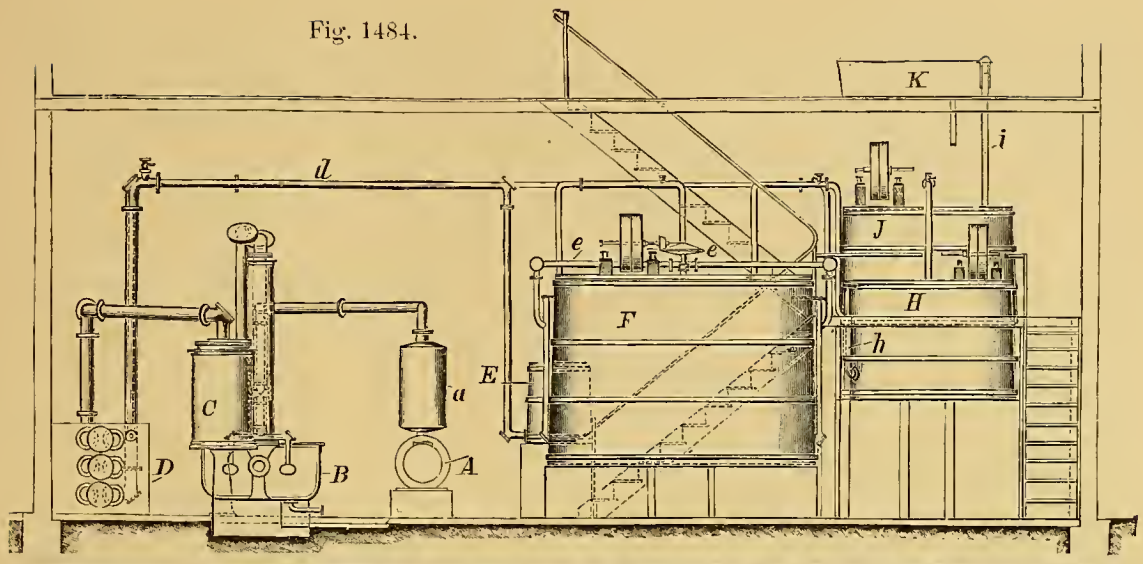

Fig. 1483.

Sobald die Säure in Bottich *f* die gewünschte Stärke hat, ist *h* mit halbfertiger Säure gefüllt, und das Gas wird dann durch *h*, *d*, *c* geleitet. Jetzt wird die in *h* befindliche Säure fertiggestellt, und während dieses Zeitraums die in *f* befindliche fertige Säure nach den Sammelbottichen gepresst. Hierauf füllt sich Bottich *f* von neuem mit halbfertiger Lauge.

In derselben Weise wiederholt sich das Spiel, sodass einmal im Bottich *f* und das nächste Mal im Bottich *h* die Säure fertiggestellt wird.

Eine Laugen-Einrichtung, die Dr. A. Frank, Charlottenburg, für die Herren Hoesch & Co. in Pirna i. Sachsen 1894 ausgeführt hat, ist in Auf- und Grundriss in 1:100 der wahren Grösse in Figg. 1484 und 1485 dargestellt. Aehnliche Anlagen hatte er bis 1894 in 14 Fabriken eingerichtet. Die Druckluftpumpe *A* mit dem Druckluftsammler *a* liefert dem Schwefelofen *B*, dessen Bauart in Figg. 1412/3 gegeben ist, die zur Verbrennung nöthige Luft. Sie presst auch die entstehenden Schwefelgase durch Vorkühler *C* und Kühler *D* von der auf Seiten 1477/8 beschriebenen Art und durch Rohr *d* in den Waschbottich *E*, von dem auf Seite 1478 eine genaue Beschreibung gegeben ist. Aus diesem gelangt die jetzt von Schwefelsäure befreite Schwefligsäure durch Rohr *e* und dessen beide Mündungen $e^1$ in den hölzernen Bottich *F*, von dem Fig. 1486 einen Aufriss-Schnitt in 1:75 der wahren Grösse zeigt. Der durch Riemscheibe und Kegelräder in langsame Bewegung gesetzte Rührer ist aus Holz angefertigt, nur die Theile, welche einer abnutzenden Reibung in der Stopfbüchse $f^1$ und im Fusslager $f^2$ ausgesetzt sind, bestehen aus Phosphorbronze. Derselbe soll die Aufnahme

Fig. 1484.



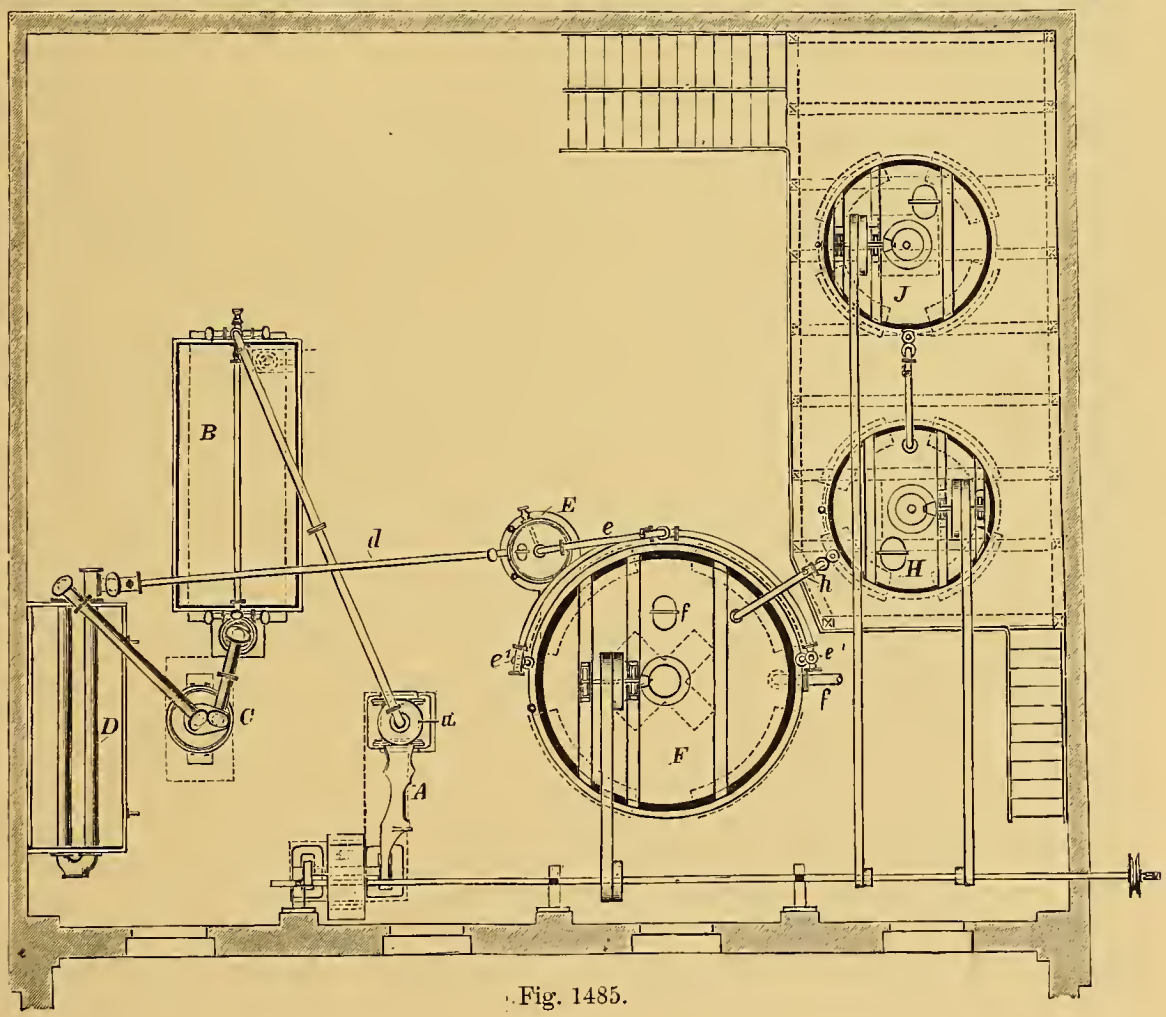




Fig. 1485.

der Gase erleichtern und beschleunigen. Das Gas tritt durch Rohr $e^1$ ein und durch $e^2$ aus. Die fertige Lauge wird durch Rohrstutzen $f^3$ abgelassen. Die Gase, welche den Bottich $F$ durchströmt haben, gelangen durch Rohr $h$, Fig. 1484, in den Bottich $H$ und aus diesem in den letzten Bottich $J$, die beide wie $F$ mit Mannloch $f$ und Rührer versehen sind.

Aus dem hochstehenden Kalklöschkasten $K$ wird nach Bedarf Kalkmilch in den Bottich $J$ abgelassen. Aus diesem wird durch einen Ventil-Rohrstutzen wie $f^3$ in Fig. 1486 der ganze Inhalt d. h. so viel Kalkmilch in den Bottich $H$ abgezogen, als die fertige den Bottich $F$ nahezu füllende Lauge enthalten soll. In dem kleineren Bottich $H$ kann sie jedoch nur mit wenig Wasser versetzt werden und erhält die richtige Verdünnung erst, wenn der Inhalt von $H$ nach $F$ entleert wird.

Die Bottiche sind derart aufgestellt und verbunden, dass die Gase zunächst durch die am meisten mit schwefliger Säure gesättigte und mit Wasserzusatz auf den gewünschten Kalkgehalt verdünnte Sulfitlauge in $F$ gehen, sodann in Bottich $H$ übertreten, welcher die gleiche Menge Kalk wie $F$, aber in weniger Wasser vertheilt, enthält und von hier nach $J$ gelangen, wo sie frische starke Kalkmilch durchstreichen, welche den letzten Rest der schwefligen Säure so vollkommen aufnimmt, dass die von dort austretenden nur Stickstoff und den Rest des unverbrannten Sauerstoffs enthaltenden Gase ohne weiteres in den Raum oder ins Freie treten können.

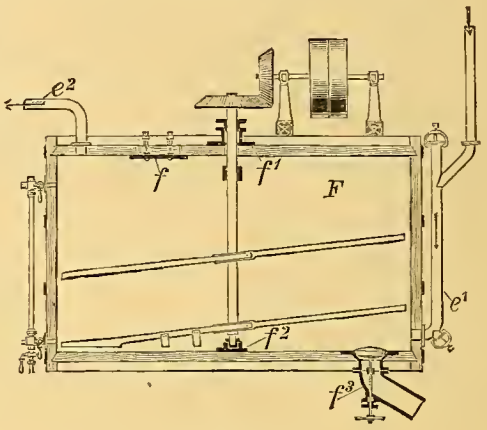


Fig. 1486.

Nachdem die im Hauptbottich $F$ enthaltenen 10 bis 20 cbm Lauge mit schwefliger Säure völlig gesättigt sind, wie man mittels am Wasserstandshahn entnommener Probe rasch feststellen kann, wird zunächst der Schwefelofen gelöscht, indem man einfach die von der Pressluftpumpe kommende Luft mittels Hahnes abstellt. Zurücktreten von Schwefligsäuregasen kann hierbei nicht vorkommen, da der Ofen vollkommen geschlossen bleibt und von aussen noch weiter gekühlt wird, sodass der bis dahin flott brennende Schwefel sofort erlischt. Nach dem Abstellen des Ofens lässt man die fertige Lauge durch den Bodenhahn $f^3$ (Fig. 1486) nach dem Laugenbehälter fliessen, lässt sodann aus Bottich $H$ die konzentrirte, halb gesättigte Kalkflüssigkeit nach $F$ und verdünnt sie hier mit der nöthigen Wassermenge. Bottich $H$ erhält dann ebenfalls mittels Hahnes und Rohrverbindung die nur wenig gesättigte Flüssigkeit aus $J$, wie oben beschrieben.

Wenn dies Entleeren und Umfüllen, welches bei den benutzten weiten Hähnen und Röhren höchstens 30 Minuten dauert, beendigt ist, wird die bis dahin mit Ueberwurfsschraube dicht verschlossene Thür des Schwefelofens (Figg. 1412/3) geöffnet, und die zu neuem Brennen nöthige abgewogene Menge Schwefel aufgegeben. Der Schwefel wird mit einem Span oder glühenden Eisen wieder angezündet, nach raschem Schliessen der Thür die Luftpumpe in Gang gesetzt und das Blasen von neuem begonnen. Oefen und Laugenbottiche werden gewöhnlich in solchen Maassen gebaut, dass innerhalb 24 Stunden drei Füllungen

des Hauptbottichs *F* fertig werden können. Anstelle von Kalk kann man auch gebrannten Dolomit oder auch Magnesit verwenden, jedoch ist die Anwendung dieser theueren Rohstoffe überflüssig, wenn man in den Kalklaugen das hier leicht zu erreichende richtige Säureverhältniss einhält. Da leicht und gleichmässig löschender Kalk sich aus den verschiedensten Kalksteinen brennen lässt, so ist man auch bei der Auswahl desselben nicht so beschränkt, wie bei Beschaffung der zur Füllung der Thürme dienenden Kalksteine, welche bekanntlich weder zu hart und dicht, noch zu weich und porös sein dürfen.

Dr. Frank ging davon aus, dass die Wirksamkeit der Sulfitlauge im wesentlichen auf ihrem Gehalt an freier sogenannter aktiver schwefliger Säure beruht, und dass der Gehalt der Lauge an einer alkalischen Basis, gleichviel ob diese Natrium, Magnesium oder Kalk ist, hauptsächlich dazu dient, die beim Kochen entstehende Schwefelsäure zu binden und dafür schweflige Säure frei zu machen.

Bei dem zumeist als Basis der Sulfitlauge dienenden Kalk erkannte er aber, dass möglichst hoher Schwefligsäuregehalt noch desshalb besonders wichtig sei, weil sich aus stark sauren Sulfitlösungen das Monosulfit nicht so leicht auf der Faser und auf den Wänden und Schlangen des Kochgefässes niederschlägt als bei solchen Laugen, die sehr kalkreich sind, d. h. nur gerade soviel schweflige Säure haben als nöthig ist, um das Calcium-Monosulfit, welches noch weit schwerer löslich ist als Gips, eben in Lösung zu erhalten. Letzterer Mangel tritt namentlich bei der Bereitung der Lauge in Thürmen, sowie bei allen den sich daran schliessenden Verfahren ein, die wässrige Lösung mit einem Ueberschuss von Kalk in Berührung bringen, von dem sie dann soviel aufnehmen, dass sich nur das sogenannte Calciumbisulfit (1 Kalk, 2 schweflige Säure) bilden kann, aus welchem sich dann schon beim Entweichen oder Auskochen geringer Mengen schwefliger Säure das schwer lösliche Monosulfit ausscheidet. Frank's Untersuchung hatte ergeben, dass bei einem Verhältniss des Kalkes zu schwefliger Säure wie 1 zu 3 diese Ausscheidungen nicht statt finden, und dass man mit diesen Laugen, trotz ihres niedrigen Spindelgewichts, raschere Aufschliessung der Faser und leichter bleichbaren Zellstoff mit niedrigerem Aschengehalt erzielt.

Zu ähnlichen Vermuthungen hatte zwar schon die Erfahrung der Praktiker geführt, doch war man bei dem Thurmbetrieb wegen der Abhängigkeit von äusseren Witterungsverhältnissen und von der je nach der Füllung der Thürme und dem dadurch verursachten wechselnden Zuge verschiedenen Zusammensetzung der Ofengase nicht imstande, stets gleichmässige und starke Lauge nach Wunsch und Bedarf herzustellen. Die zur Hebung dieser Uebelstände vielfach eingeführte Benutzung von Schwefel anstelle des ursprünglich von Mitscherlich empfohlenen Schwefelkieses brachte zwar infolge der aus Schwefel erzielten etwas stärkeren Gase einige Abhilfe, doch trat hiergegen der ungünstige Umstand auf, dass aus den Schwefelöfen infolge Ueberhitzung und mangelhafter Luftzuführung grosse Mengen von Schwefel unverbrannt verdampften und die Kühlrohre verstopften, sogar bis in die Thürme gelangten. Bei solchen theilweisen Verstopfungen, wie auch bei ungünstigem Winde wurde dann die Schwefligsäure häufig aus dem Ofen in die Arbeitsräume zurückgetrieben, sodass die Arbeiter und selbst die weitere Umgebung der Fabrik arge Belästigungen erfuhren. Die versuchte Regelung des Zuges in den Thürmen durch Saug- oder Blaseinrichtung konnte zu keinem

vollkommen befriedigenden Ergebniss führen, weil infolge des lebhafteren Ganges der Schwefelöfen auch die Hitze und damit die Verdampfung rasch zunehmen. Wie bedeutend die Wärme-Entwickelung beim Verbrennen des Schwefels ist, geht daraus hervor, das 1 kg Schwefel rund 2200 Kalorien erzeugt, also reichlich soviel wie dieselbe Gewichtsmenge guter Braunkohle. Um 1 kg Schwefel zu schwefliger Säure zu verbrennen, ist nach der Theorie die Zuführung von etwa 3 cbm Luft nöthig; da man aber beim Schwefelofen eben so wenig mit der theoretisch berechneten Luftmenge auskommt, wie beim Verbrennen von Kohle unter einem Dampfkessel, so muss die Menge der zugeführten Luft mindestens auf das $1^1/_2$ fache, also auf $4^1/_2$ bis 5 cbm für das kg Schwefel erhöht werden.

Dr. Frank hebt auch hervor, dass die beim Verbrennen von Schwefel oder Schwefelkies erzeugten mehr oder minder starken Schwefligsäuregase von dem zu Kalkmilch angerührten Aetzkalk weit vollkommener und sicherer als von dem wenig Oberfläche bietenden und leicht vergipsenden Kalksteine aufgenommen werden, und dass man bei Anwendung von Aetzkalk den Gehalt der Lauge nach Bedarf regeln kann.

Eine Einrichtung der beschriebenen Art lässt sich, nach Mittheilung eines Fabrikanten, bei regelmässigem Betrieb in 24 Stunden dreimal füllen und ergiebt jedesmal 20 cbm Lauge, deren Zusammensetzung sich in etwa folgenden Grenzen bewegt:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 3,2 | pCt. | Gesammt-$SO_2$ | bis 3,35 | pCt. | Gesammt-$SO_2$ |
| 2,2 | „ | freie „ | „ 2,25 | „ | freie „ |
| 1,0 | „ | gebundene „ | „ 1,10 | „ | gebundene „ |
| 0,88 | „ | Kalk Ca O | „ 0,96 | „ | Kalk Ca O |

Man kann jedoch durch Zugabe von mehr Kalk und längere Gaseinströmung nach Belieben auch stärkere Laugen erzeugen, z. B. von 3,50 pCt. Gesammt-$SO_2$, wovon 2,3 pCt. frei und 1,2 pCt. an 1,05 pCt. Kalk gebunden sind. Der Vortheil solcher Anlagen ist aber hauptsächlich, dass man die Lauge nach Wunsch zusammensetzen kann und, da alles unter Dach steht, nicht von der Witterung abhängt.

Von dem angewandten Schwefel können nach der Erfahrung vieler Fabriken 95 bis 98 pCt. in die Lauge gebracht werden, sodass man bei sorgfältiger Arbeit der theoretischen Möglichkeit, wonach 100 Theile Schwefel 200 Theile Säure ergeben, mit 190 bis 196 Theilen sehr nahe kommt.

Ein Raum von 12 m Länge, 8 m Breite, 6 m Höhe und 5 bis 6 Pferdestärken für Pumpen und Rührwerke genügen für obige Anlage, also zur Herstellung von 60 cbm frischer Lauge in 24 Stunden. Hierzu kommen noch 15 bis 20 cbm, die man aus den Abgasen wiedergewinnt, im ganzen genug zur Herstellung von etwa 10000 kg Zellstoff. In Gegenden, wo dies vortheilhaft erscheint, kann man anstatt der Schwefelöfen nebst Luftdruckpumpe und Vorkühler Kiesöfen anwenden. Die Gase treten dann aus diesen unmittelbar in den gekühlten Staubsammler und werden von einer Pumpe durch den Hauptkühler und das Waschgefäss in die Laugenbottiche befördert. Anstatt einer Pumpe, deren Cylinder, Kolben und andere mit Schwefligsäure in Berührung kommende Theile aus Phosphorbronce bestehen müssen, ist auch schon mit Erfolg ein Root'scher Bläser *Roots blower* benutzt worden.

Kommerzienrath Moritz Behrend hat in den Varziner Papierfabriken eine Sulfitlaugenbereitung angeordnet und durch die Maschinenfabrik H. Füllner in Warmbrunn ausführen lassen, die sich in vielen Punkten von anderen unterscheidet. Aehnliche Einrichtungen sind dann in sieben anderen Fabriken ausgeführt worden und bewähren sich bestens. Die von Herrn Füllner geplante und in der Zellstoff-Fabrik Josefi-Hütte in Böhmen arbeitende Anlage dieser Art ist in Figg. 1487, 1488, 1489, 1490 in 1:200 der wahren Grösse in Aufriss-Schnitten und Grundriss dargestellt.

Der gebrannte, aus dem Vorrathsraum *A* (Fig. 1488) entnommene Kalk wird in gemauerten Gruben *1* gelöscht und durch Kanäle *2* in Behälter *3* abgelassen, worin er zu Kalkhydrat $Ca\,O_2\,H_2$ erstarrt (vergl. Seiten 68 bis 71). Aus diesen Behältern wird er in den Holzbottich *4* gebracht, worin sich ein Rührer mit Schleppkurbel befindet, und mit Wasser zu Kalkmilch angerührt. Eine Centrifugal- oder Kolbenpumpe *5* befördert die Kalkmilch nach Bedarf in den über allen Laugen-Bottichen stehenden Holzbottich *6*. Auf gleicher Höhe mit diesem befindet sich der Wasserbottich *7*, welcher durch die Röhren *7a* das zur Lösung des Kalks wie auch zur Verdünnung der Kalkmilch in den Bottichen nöthige Wasser liefert.

Die Bottiche, welche zur Bereitung der Lauge dienen, sind so aufgestellt, dass die Kalkmilch aus *6* durch die Röhren *6a* (Fig. 1489) in jeden der oberen Bottiche *8* geleitet werden kann. Die Böden dieser Bottiche *8* stehen durch Schläuche so mit den Bottichen *9* und *10* in Verbindung, dass man durch Oeffnen und Schliessen der Schlauchklemmen *8a* die Kalkmilch aus *8* in *9* und aus diesem nach *10* oder unmittelbar aus *8* in den untersten Bottich *10* fliessen lassen kann. Die Bottiche *8, 9, 10* sind aus Holz angefertigt und innen durchweg verbleit, die beiden unteren *9* und *10* sind oben geschlossen, aber durch ein in der Decke angebrachtes Mannloch zugänglich. Bottiche *8* sind oben offen, weil die hier aus der Kalkmilch kommenden Gase keine Schwefligsäure mehr enthalten. Wasserstandsgläser zeigen den Stand der Flüssigkeit, Manometer den Druck in den geschlossenen Bottichen *9* und *10*, und Sicherheitsventile sorgen dafür, dass der Druck darin nicht zu hoch werden kann.

Die in den Pumpen oder Kompressoren *11* verdichtete Luft gelangt durch Röhren in die Windkessel *12*, von wo sie nach Bedarf für Schwefelöfen *13* von der auf Seite 1461 beschriebenen Bauart entnommen wird. Die Oefen stehen hier in gemauerten Behältern, die man mit Wasser füllen und damit völlige Kühlung der Oefen bewirken kann. Die in den Oefen entwickelten Gase ziehen unter dem Druck der Pressluft durch 300 mm weite gusseiserne Kühlrohre *14* und sechs in Wasser liegende Hartbleirohre des Kühlers *15*. Die jetzt abgekühlte Schwefligsäure zieht in der Pfeilrichtung durch Röhren *15a* fort und gelangt durch die senkrechten Mittelröhren *7a*, welche auch das erforderliche Wasser zuführen, in die untersten Bottiche *10*, wo der grösste Theil der Schwefligsäure von Kalkmilch und Wasser aufgenommen wird. Das noch verbleibende Gas wird von oben durch Rohr *10a* und das Mittelrohr *7a* des Bottichs *9* in diesen getrieben. Die etwaigen Reste von Schwefligsäure, welche sich dann noch in dem Gasgemenge befinden, ziehen durch Verbindungsrohr *9a* und Mittelrohr *7a* in den Bottich *8*, dessen Kalkmilch alle Schwefligsäure aufnimmt, sodass nur geruchlose Gase aus dem oben offenen Bottich entweichen. Die von den Gasen

mitgeführte Schwefelsäure wird dadurch unschädlich, dass sie sich mit dem in Bottich *10* befindlichen Kalk zu Gips verbindet, der ausscheidet und sich zum Theil auch auflöst (s. Seite 402). Sie geht dabei verloren und bindet auch einen kleinen Theil des Kalks, während sie in der in Fig. 1450, Seite 1478, dargestellten

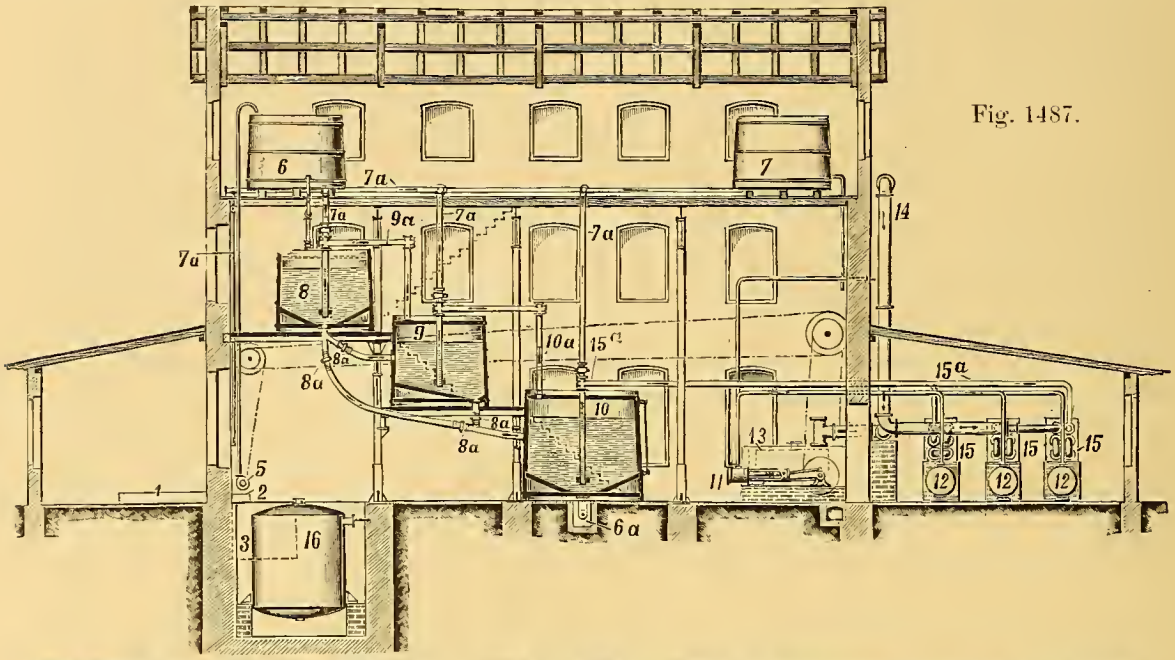



Fig. 1487.

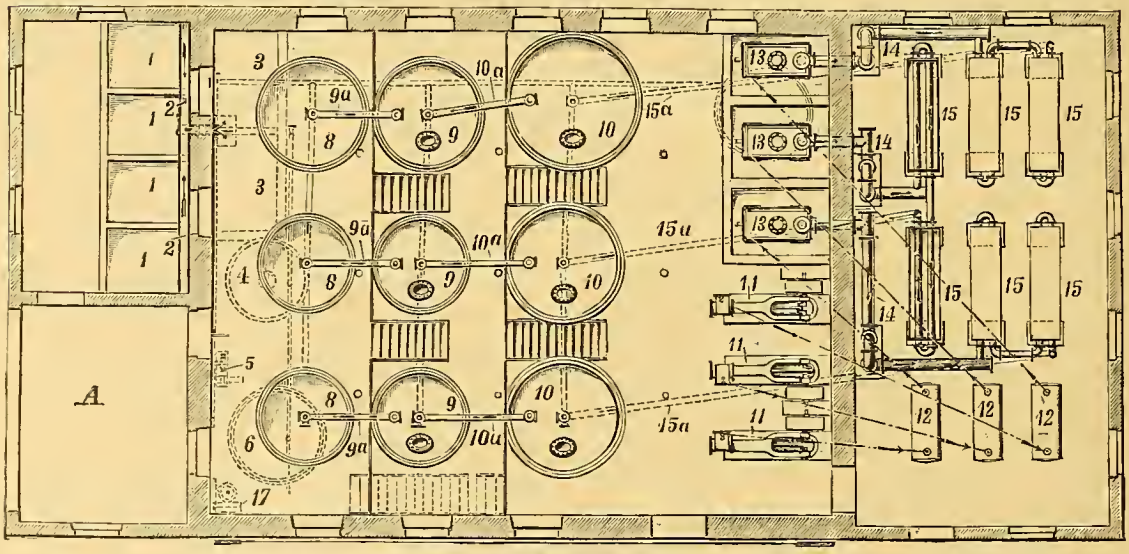



Fig. 1488.

Einrichtung nicht nur unschädlich, sondern auch gewonnen wird. Das Einströmen der Gase unter Luftdruck in den tiefsten Theil der Bottiche rührt den etwa abgesetzten Kalk genügend auf, zumal derselbe auf den trichterförmigen Böden gegen die Gaseinströmung hin rutscht. Wenn die Zuströmung von Gas durch

irgend einen Umstand unterbrochen wurde, erfolgt doch, sobald die Luftpumpe wieder ihre Schuldigkeit thut, genügendes Umrühren der abgesetzten Kalkmilch. Jahrelange Erfahrung hat gezeigt, dass Rührer bei Bottichen der beschriebenen Art entbehrlich sind.

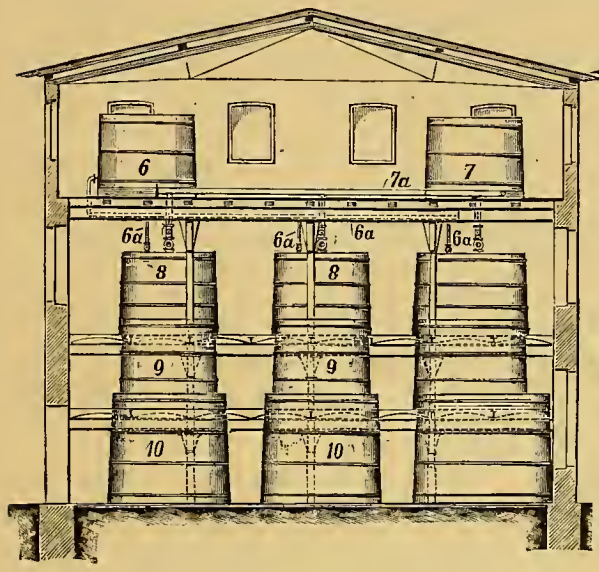



Fig. 1489.

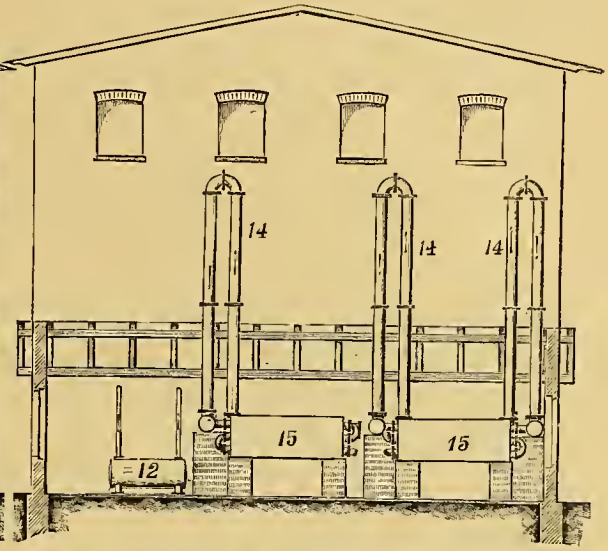



Fig. 1490.

Aus den Bottichen *10* wird die Sulfitlauge durch das Rohr *6a* in einen Montejus *16* abgelassen und aus diesem mit Luftdruck durch eine Druckpumpe *17* in Behälter befördert, aus denen sie unmittelbar in die Kocher fliessen kann. Mit Ausnahme der Kühlrohre *14* bestehen alle Leitungen für Schwefligsäuregas oder Sulfitlauge aus Blei, alle Wasserröhren aus Gusseisen. Die Kühlrohre *14* sind mit solchen Reinigungs-Oeffnungen versehen, dass man etwa sublimirten Schwefel leicht herausnehmen kann.

Die Schwefelöfen stehen der bedienenden Arbeiter wegen in geschlossenem Raume, während die Kühler auch im Freien stehen dürfen und nur eines Daches zum Schutz gegen Niederschläge und Sonnenstrahlen bedürfen.

Die Bottiche *8, 9, 10* sind, wie die Zeichnung ergiebt, bei einem der drei Sätze erheblich grösser als bei den andern, weil sie gleichzeitig zur Aufnahme der aus den Kochern abgeblasenen Gase dienen sollen. Die Leitungen sind so eingerichtet, dass man die Pressluft von diesen Bottichen abschliessen und dafür die Abgase der Kocher einleiten kann. Die Bottiche, Kühlrohre und Schwefelöfen werden, wie Direktor Herm. Brüngger mittheilte, alle drei Monate einmal ausgeputzt.

**534. Sulfitlauge aus Magnesia, Natron u.s.w.** Ekman benutzte von Anfang an (s. Seite 1420) anstatt Kalkstein stets Magnesit d. i. kohlensaure Magnesia $MgCO_3$, welche dem Kalk gegenüber den Vortheil bietet, dass die schwefelsauren und schwefligsauren Verbindungen der Magnesia in 20 Theilen Wasser, also leicht löslich sind, dass also aus Magnesia-Laugen keine festen Stoffe in den Zellstoff gelangen, während derselbe bei Verwendung von Kalk durch schwefelsauren und einfachschwefligsauren Kalk verunreinigt wird.

Doppeltschwefligsaure Magnesia soll auch etwas beständiger sein als doppeltschwefligsaurer Kalk und weniger heftig aber doch kräftiger auf die Inkrusten wirken. Der damit hergestellte Zellstoff soll auch weicher und weisser sein als der mit Kalk erzielte. Die ersten von Ekman Mitte der siebenziger Jahre auf den Markt gebrachten grösseren Mengen Sulfitzellstoff waren viel weisser und reiner als die ersten von Mitscherlich gelieferten, und veranlassten viele Fabrikanten Magnesit oder Dolomit anstatt Kalk anzuwenden. Ekman gab stets der Bereitung der Lauge in Thürmen den Vorzug. Die zuerst in Bergvik benutzten Thürme von 1,5 m Durchmesser und etwa 4,5 m Höhe wurden über dem inneren doppelten Boden mit gebranntem Magnesit gefüllt, über welchen sich von oben aus einer Brause ein regelbarer Wasserregen ergoss.

In manchen Gegenden, wo der aus kohlensaurem Kalk und kohlensaurer Magnesia bestehende Dolomit zu mässigem Preise zu haben ist, wird dieser beständig anstelle von Kalkstein oder mit demselben benutzt. Derselbe enthält annähernd 30 Theile Kalk, 22 Magnesia und 48 Kohlensäure, also mehr Kalk als Magnesia. Die Zusammensetzung ist verschieden und ergiebt Verhältnisse von 3 Kalk- auf 2 Magnesiakarbonat bis 2 Kalk- auf 1 Magnesiakarbonat. In vielen Fällen wird es vortheilhaft befunden, dem Kalkstein Dolomit, seiner leichteren Löslichkeit wegen, zuzusetzen. Seitdem man durch Erfahrung und verbesserte Verfahren imstande ist, durch Anwendung sehr saurer Laugen das Ausfallen von Monosulfit möglichst zu verhindern und den mit Kalk hergestellten Zellstoff von dem darin niedergeschlagenen Monosulfit oder einfachschwefligsauren Kalk zu befreien, wird jedoch in den meisten Fabriken ausschliesslich mit dem billigeren Kalk gearbeitet.

Natron besitzt die Eigenschaften, durch welche Magnesia vortheilhafter als Kalk erscheint, in noch höherm Grade, wird aber nicht angewandt, weil es zu theuer ist. Doppeltschwefligsaures Natron ist so beständig, dass es sich in Krystallform bringen und in Lauge von 35° Bé verwandeln lässt. Schweflig- und schwefelsaures Natron sind leicht löslich und können daher leicht aus dem dargestellten Stoff durch Auswaschen entfernt werden, da weder in der Lauge noch im Kocher Ausscheidungen vorkommen. Mit Natronlauge hergestellter Stoff ist weiss und weich und nahezu frei von Inkrusten.

Nach einem in Oesterreich patentirten Verfahren von Dr. V. B. Drewsen und L. J. Dorenfeldt wird der üblichen Calciumbisulfit-Lauge Natriumsulfat zugesetzt, wodurch schwefelsaurer Kalk und Natriumbisulfit entstehen. Etwa zwei Drittel des Kalkes lassen sich auf diese Weise als Gips ausfällen. Man soll durch Verwendung dieser aus Calcium-Natrium-Bisulfit bestehenden Lauge vorzüglichen Stoff erhalten, der sich mit fünf bis sieben Prozent Chlorkalk bleichen lässt, und den man auch ohne allen Schaden länger als üblich kochen kann.

Nach dem Kochen wird die Lauge mit Aetzkalk neutralisirt, eingedampft und kalzinirt. Man soll auf diese Weise das zugesetzte Natriumsulfat als kohlensaures Natron wiedergewinnen. Der ausgefällte Gips soll, nach Angabe der Erfinder, als Füllstoff für Papier verwerthet werden. Abgesehen davon, dass es schwierig sein wird, denselben ganz rein und gebrauchsfähig für diesen Zweck abzuscheiden, hat Gips, wie auf Seiten 402/3 erläutert, nur geringen Werth als Füllstoff. Die erheblichen Kosten, welche durch Umwandlung der Kalksulfitlauge mittels Zusatzes von Glaubersalz entstehen, müssen also in der Hauptsache durch

die in Aussicht gestellte Ersparniss an Chlorkalk und die besseren Eigenschaften, d. h. den höhern Werth des erzielten Stoffes ausgeglichen werden. Hierüber liegen jedoch zur Zeit (1895) noch keine genügenden Erfahrungen vor.

Herr Dorenfeldt will die bei diesem Verfahren entstehende Ablauge mit wiedergewonnener Soda neutralisiren, konzentriren, verbrennen und wie bei der Natron-Zellstoff-Fabrikation die Soda daraus gewinnen. Nach seinen Versuchen und eingehenden Berechnungen soll Sulfitablauge soviel aus dem verarbeiteten Holz

Fig. 1491. Fig. 1492.

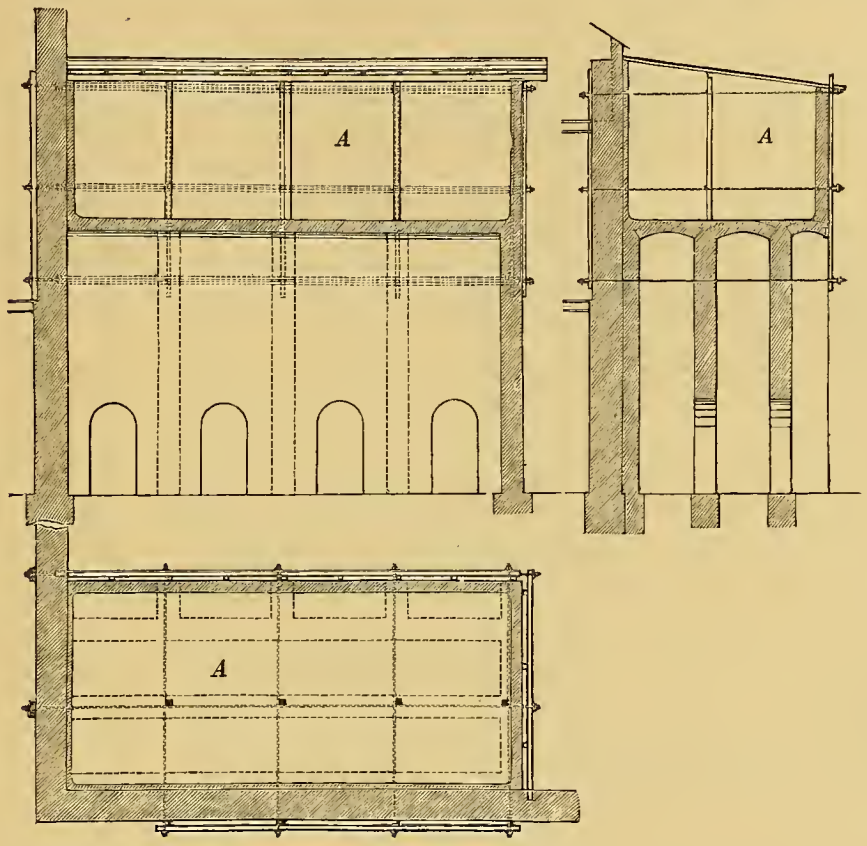



Fig. 1493.

stammenden Brennstoff enthalten, dass damit nicht nur die Lauge eingedampft und kalzinirt, sondern noch Wärme erübrigt werden kann. Dorenfeldt will daher nicht allein die Sulfitablauge ohne Kohle bis auf deren Asche vernichten, sondern ausserdem noch Dampf damit erzeugen. Ob seine Versuche und Berechnungen durch Fabrikation im Grossen bestätigt werden, bleibt abzuwarten.

**535. Laugenbehälter.** Jede Zellstoff-Fabrik besitzt einen Laugen-Behälter, der für mehrere Kochungen Lauge aufzunehmen vermag. Wo immer möglich, baut man diese Vorraths-Behälter so hoch, dass die Lauge von denselben unmittelbar und ohne Pumpen in die Kocher abgelassen werden kann. Direktor H. Rinderknecht in Niklosdorf baute nach Mittheilung von Scherrer in Nr. 60 der Papier-Zeitung 1894 in einer schweizerischen Zellstoff-Fabrik den in Figg. 1491/2/3 in Längs-

schnitt, Querschnitt, Grundschnitt in 1 : 200 dargestellten Behälter A. Die Stützmauern sind in Sandstein-Mauerwerk, Boden und Wände in Portland-Cement-Beton ausgeführt. Starke Schienen mit durchgehenden Schrauben halten das Ganze zusammen. Die durch den Behälter gehenden Schrauben liegen in Bleiröhren, können also von der Säure nicht zerfressen werden. Der Behälter, im Innern 12,07 m lang, 5,22 m breit, 3,50 m tief, ist mit zusammengelöthetem Bleimantel ausgefüttert und kann Lauge für drei Kochungen von je 75 000, also 225 000 l aufnehmen. Ein Schwimmer, dessen Zeiger in einer Skala läuft, die sich neben den Kochern befindet, zeigt den jeweiligen Stand der Lauge im Behälter an.

Fig. 1494. Fig. 1496.

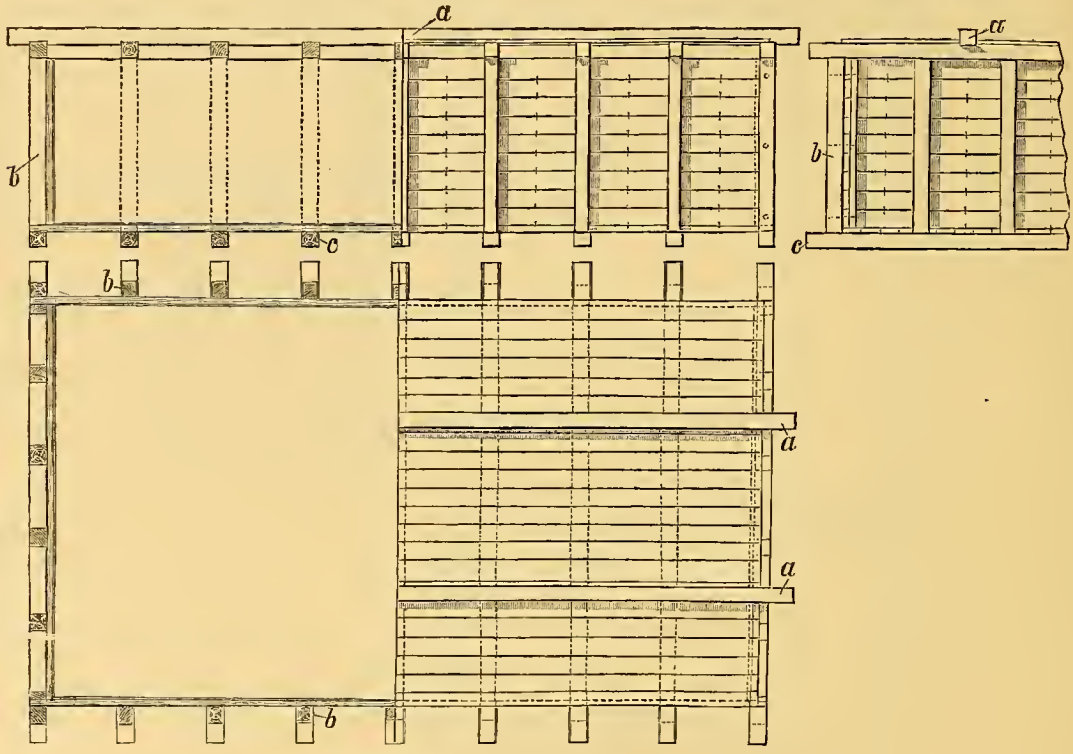



Fig. 1495.

Die Lauge giebt fortwährend etwas Schwefligsäure an die Luft ab, setzt infolgedessen Monosulfit ab, wird also beständig schwächer. Beim Hineinleiten neuer Lauge fällt diese schwerere Lösung sofort zu Boden. Es empfiehlt sich desshalb, nur soviel Vorrath von Lauge zu halten, als für ununterbrochenen Betrieb nöthig ist. Um sie gegen Verdunst-Verlust zu schützen, führt man die Lauge sogar auf dem Boden ein und bewirkt damit, dass stets dünne Lösung obenauf schwimmt. Will man aus einem solchen Behälter Probe nehmen, so ist zu bedenken, dass man selbst mit einem bleiernen Schöpfgefäss immer nur Lauge von der Oberfläche bekommt, da sich das Gefäss beim Eintauchen sofort füllt.

Dr. A. Frank, Charlottenburg, bedeckt die Laugenbehälter der von ihm eingerichteten Fabriken mit Deckeln aus Brettern, die innen oder aussen mit Bleiblech verkleidet sind und deren senkrechter Rand in eine mit Wasser gefüllte Falzrinne taucht.

Die 1893/4 gebaute neue Sulfitstoff-Anlage der Aktien-Gesellschaft für Maschinenpapier-Fabrikation in Aschaffenburg hat zwei gleich grosse Laugenbehälter von 9,5 × 5,3 × 2,25 m, deren einer in Figg. 1494 und 1495 in Auf- und Grundriss und in Fig. 1496 in halber Seitenansicht in 1:100 der wahren Grösse dargestellt ist. Derselbe enthält 113,28 cbm. Die Balken *a* sind 200 × 200, *b* = 200 × 220, *c* = 200 × 250 mm stark und umschliessen einen Kasten aus 70 mm starken Brettern, der mit 3 mm starkem gut verlöthetem Weichblei-Blech ausgekleidet ist. Die Decke besteht aus 30 mm starken, ebenso verkleideten Brettern und schliesst den Behälter luftdicht ab. Laugenstandszeiger, Einsteigöffnung und Reinigungsventil sind in der Zeichnung weggelassen. Das Ventil, durch welches der Abfluss der Lauge nach den Kochern erfolgt, hat 120 mm Durchmesser und sitzt an einer Seitenwand. Hölzerne Behälter haben steinernen gegenüber die Vortheile, dass sie billiger sind, in jedem Stockwerk aufgestellt und leicht ausgebessert werden können.

**536. Käufliche Schwefligsäure.** Beim Rösten von Schwefelkiesen, z. B. von Zinkblende, entwickelt sich schweflige Säure, welche nach den deutschen Patenten Nrn. 26181, 27581, 36721 von Dr. M. Schroeder und E. Haenisch durch Druck und Abkühlung zu flüssiger Säure verdichtet wird. Da flüssige reine Schwefligsäure Eisen nicht angreift, so wird sie von oberschlesischen Werken an kleinere Verbraucher in geschweissten Bomben von 50, 100 oder 500 kg Inhalt versandt, die auf 50 Atmosphären Druck geprüft und zum Schutz gegen plötzliche Erwärmung mit Holz umkleidet sind. An grössere Abnehmer, wie Sulfitstoff-Fabrikanten, gelangt die flüssige $SO_2$ in drei geschweissten schmiedeeisernen Cylindern, die zusammen auf einem flachen Eisenbahnwagen befestigt sind und je 3333 kg, also zusammen 10000 kg Schwefligsäure fassen. Zur Aufnahme einer solchen Menge muss in der Fabrik des Käufers ein Vorrathskessel von mindestens 8 cbm Fassungsraum und für 10 bis 12 Atmosphären Druck aufgestellt und mit Ventilen, Wasserstandszeiger, Manometer usw. versehen sein. Wenn die Fabrik nahe bei der Station liegt, kann man sie mit dieser durch ein in der Erde liegendes Bleirohr verbinden und die Säure durch dasselbe gehen lassen. Bei grösserer Entfernung fährt man die Säure in einem Wagen, auf dessen Gestell eine Bombe von 1875 kg Inhalt angebracht ist, die mit dem Wagen etwa 3125 kg wiegt.

Um die im Vorrathsbehälter befindliche verdichtete Säure zur Anreicherung oder Herstellung von Lauge zu benutzen, hat man nur ein Ventil zu öffnen, welches durch ein Bleirohr mit der Verbrauchsstelle verbunden ist. Das Bleirohr sollte von aussen erwärmt werden, weil es sonst wegen der raschen Verdampfung der Säure einfriert. In einer schlesischen Fabrik geschieht dies dadurch, dass man dasselbe mit einem Eisenrohr umgiebt und in dieses Abdampf leitet.

Das Gas wird durch den eigenen Druck nach jedem Punkt getrieben, den das Rohr erreicht, und sein Abfluss kann durch Stellung des Ventils nach Wunsch geregelt werden.

Viele deutsche Fabrikanten kauften solche Säure mehrere Jahre lang, um damit ihre Lauge herzustellen oder zu verstärken. Diese Verwendung nahm jedoch ab, als es gelang, die Laugen ohne solchen Zusatz mit selbst erzeugter Schwefligsäure auf die gewünschte Stärke zu bringen. Manche Fabrikanten hatten auch die Erfahrung gemacht, dass die verdichtete gekaufte Schwefligsäure mehr Schwefel-

säure enthielt als die eigene, manchmal bis zu 20 pCt., wie in Nr. 62 der Papier-Zeitung von 1892 mitgetheilt war. Ueberhaupt enthielt die Lauge infolge Einleitung gekaufter Säure grössere Mengen von Mehrfach-Schwefelsäuren als sonst und war erheblich theurer als bei eigener Herstellung von Schwefligsäure. Hierzu kam noch, dass am 28. Juni 1892 im Fabrikhof der Zellstoff-Fabrik Oberleschen, Kreis Sprottau, Schlesien, ein Transportgefäss mit schwefliger Säure explodirte, wobei eine Person getödtet und zwei andere verletzt wurden. Die Ursache der Explosion wurde der an jenem Tage herrschenden grossen Hitze zugeschrieben, durch welche die Säure solche Ausdehnung erfuhr, dass der Behälter den Druck nicht aushalten konnte. Der Vorfall schreckte umsomehr ab, als 4 Jahre vorher in einer andern Fabrik eine ähnliche Explosion vorgekommen war.

Es ist jedoch für die Sulfitstoff-Fabrikanten sehr bequem, einen Vorrath von solcher Schwefligsäure zur Hand zu haben, um damit jederzeit der Lauge die gewünschte Stärke geben und bei der Laugebereitung vorkommende Fehler ausgleichen zu können. Für diesen Zweck fallen auch die Mehrkosten wenig ins Gewicht und besonders nicht für solche Anlagen, die in der Nähe der die Säure liefernden Werke liegen und dadurch geringe Transportkosten haben. Käufliche Säure wird desshalb von manchen Fabriken zur Aushilfe und Ergänzung stets vorräthig gehalten. Wenn man mit solcher Säure die Lauge im Thurm anreichert, so erzielt man damit auch den Vortheil starker Abkühlung, da die flüssige Säure bei ihrer Verdampfung viel Wärme bindet und diese der Umgebung entzieht.

**537. Untersuchung der Sulfitlaugen.** Die Prüfung mit der Senkspindel, d. h. mit Baumé's Aräometer giebt, abgesehen von dessen Unsicherheit und dem Einfluss der Temperatur, keinen zuverlässigen Anhalt für den Gehalt der Lauge an Schwefligsäure, weil deren spezifisches Gewicht durch den Gehalt an Kalk mehr als durch Schwefligsäure beeinflusst wird. Wie wenig man durch Schätzung nach den Spindelgraden auf den Gehalt an Schwefligsäure schliessen darf, zeigt der Umstand, dass Laugen, die auf dem Beaumé-Aräometer $4^1/_2$ bis $5^0$ zeigen, oft wirksamer sind als solche von $7^0$.

Dr. Adolph Frank, Charlottenburg, empfahl desshalb in einer Versammlung von Zellstoff-Fabrikanten zu Berlin am 22. Januar 1887 das maassanalytische Verfahren und zwar die Jodtitration für diesen Zweck. Dieselbe beruht in erster Linie darauf, dass Stärke oder deren Lösung von freiem Jod blau gefärbt wird und ferner darauf, dass aus Jod und schwefliger Säure bei Gegenwart von Wasser nach folgender Gleichung Jodwasserstoffsäure und Schwefelsäure entstehen:

$$\underset{\text{Jod}}{J_2} + \underset{\text{Schwefligsäure in Lösung}}{H_2SO_3} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Jodwasserstoff}}{2\,HJ} + \underset{\text{Schwefelsäure.}}{H_2SO_4}$$

Man braucht also zur Anstellung einer solchen Untersuchung zunächst eine Stärkelösung, die man durch Anrühren von etwa 1 Gewichtstheil Stärke in 100 Theilen Wasser und nachheriges Kochen unter Umrühren bis zur Lösung herstellt. Zum Schutz gegen Sauerwerden setzt man der kleistrigen Lösung etwa 20 Theile Kochsalz zu, welches bei den Untersuchungen unverändert bleibt und daher nichts schadet.

Beim Titriren wird ermittelt, wie viel Jod man verbraucht, um die in der Lauge vorhandene Schwefligsäure nach obiger Gleichung umzusetzen. Aus dieser Menge Jod kann man durch Einsetzen der chemischen Einheits- oder Aequivalent-

Zahlen in obige Formel den Gehalt an Schwefligsäure berechnen. Diese Rechnung wird jedoch erspart, wenn man die Jodlösung aus soviel Gramm anfertigt als in der chemischen Einheitszahl 127 des Jods ausgedrückt sind. Man macht also eine solche Lösung von 127 g Jod in destillirtem oder reinem fettfreiem Kondenswasser, dass genau ein Liter Lösung entsteht. In diesem Liter Lösung müssen auch noch etwa 250 g reinen Jodkaliums enthalten sein, da sich Jod in reinem Wasser nicht hinreichend, wohl aber in Lösung von Jodkalium völlig löst.

Diese sogenannte Normal-Jodlösung ist sehr konzentrirt und dadurch nicht nur kostspielig, sondern giebt auch wegen der kleinen davon erforderlichen Menge weniger genaue Ablesungen auf der Maass-Skala als eine erheblich mehr verdünnte. Man verwendet daher die sogenannte $^1/_{10}$ Normal-Jodlösung, welche im Liter 12,7 g freies Jod und etwa 25 g Jodkalium enthält und erzielt damit genauere und zuverlässigere Ablesung der verbrauchten Jodmenge. Ein ccm d. i. ein Tausendstel Liter dieser $^1/_{10}$ Normal-Jodlösung enthält somit den tausendsten Theil d. i. 12,7 mg Jod, und ihr Verbrauch bei Mischung mit Sulfitlauge zeigt die Gegenwart von 3,2 mg Schwefligsäure $SO_2$ (3,2 g im Liter) an, da diese ein chemisches Einheits- oder Aequivalentgewicht von 32 (S=16 2O=2×8=16) hat.

Wenn man zu einer Lösung von reiner Schwefligsäure etwas Stärkelösung giebt und aus einem mit ccm-Theilung versehenen Glas d. i. einer Burette $^1/_{10}$ Normal-Jodlösung zugiesst, bis Bläuung entsteht, bis also alle Schwefligsäure umgewandelt ist, so hat man nach obiger Gleichung in der Flüssigkeit nicht nur soviel Jodwasserstoffsäure als der vorhandenen Schwefligsäure entspricht, sondern ausserdem eine chemisch gleich grosse oder äquivalente Menge Schwefelsäure. Sind beispielsweise bei der Untersuchung von 1 ccm Sulfitlauge 10 ccm von der $^1/_{10}$ Normal-Jodlösung bis zur Bläuung verbraucht, so enthält das ccm Lauge 10×3,2 mg = 32 milligramm und das Liter von 1000 g = 32 g. Die Lauge hat 3,2 g Schwefligsäure auf 100 g Lauge oder 3,2 pCt.

Will man zur Kontrolle durch Titriren mit $^1/_{10}$ Normal-Natronlösung die in der untersuchten Flüssigkeit entstandene Säure ermitteln, so sollte man davon 20 ccm brauchen. Bei der Untersuchung von Lauge hat man es jedoch nicht mit reiner Schwefligsäure, sondern mit schwefligsauerm Kalk zu thun, der in schwefliger Säure gelöst ist.

Beim Zusetzen von Normal-Jodlösung entstehen gleiche chemische Mengen von Jodwasserstoffsäure aus dem Jod und Schwefelsäure aus der Schwefligsäure. Hiermit ist dann der schwefligsaure in schwefelsauren Kalk und die freie Schwefligsäure in Schwefelsäure verwandelt. Derjenige Theil der in dem 1 ccm Lauge enthaltenen Schwefelsäure, welcher schon an Kalk gebunden ist, hat keine Einwirkung auf die zugegebene Natronlösung, kann also durch diese nicht direkt ermittelt werden. Man wird desshalb vielleicht schon durch Zusatz von 15 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlösung alle Säure gesättigt haben, also 5 ccm weniger brauchen als wenn kein Alkali in der Lauge gewesen wäre. Aus dem vorherigen Verbrauch von 10 ccm $^1/_{10}$ Normal-Jodlösung geht hervor, dass 10 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlösung zur Sättigung der entstandenen Jodwasserstoffsäure nöthig waren, dass also weitere 5 ccm für die Schwefelsäure verbraucht wurden, welche aus Schwefligsäure entstanden ist, die frei in der Lauge vorhanden war, während der Rest der Schwefel-

säure von dem Kalk der Lauge gebunden wurde. Da man den Gehalt der Lauge an freier Schwefligsäure aus der entstandenen Schwefelsäure bestimmen will, so muss man von den verbrauchten 15 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natron soviel abrechnen, als zur Neutralisirung der neben der Schwefelsäure entstandenen Jodwasserstoffsäure nöthig war, nämlich bei unserem Beispiel 10 ccm. Von den verbrauchten 15 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natron dienten somit nur 15—10=5 zur Neutralisirung von soviel Schwefelsäure als durch Zusatz von 5 ccm $^1/_{10}$ Normal-Jod aus ebensoviel freier Schwefligsäure entstanden. Da nun 5 ccm Normal-Jod einen Schwefligsäure-Gehalt von 5×3,2=16 mg anzeigen, so befinden sich in der untersuchten Lauge 1,6 pCt. freie Schwefligsäure. Der Rest von 3,2 — 1,6=1,6 pCt. der in der Lauge ermittelten Gesammt-Schwefligsäure ist also an Alkali und zwar in unserem Fall an Kalk gebunden. Schweflige Säure und Kalk vereinen sich nach den chemischen Einheitszahlen

$$\underset{\text{Kalk} = 28}{\text{Ca O}} \text{ und } \underset{\text{Schwefligsäure} = 32}{\text{SO}_2} = \underset{\text{Monosulfit} = 60}{\text{Ca SO}_3}$$

und hiernach lässt sich der in der Lauge enthaltene Kalk durch Ansatz der Gleichung 32 : 28 = 1,6 : x berechnen. Man erhält für x d. h. den Kalk 1,4 pCt. und damit folgende Zusammensetzung der untersuchten Lauge:

| | | |
|---|---|---|
| Gesammte Schwefligsäure . . . | 3,2 | pCt. |
| davon freie „ . . . | 1,6 | „ |
| an Kalk gebundene „ . . . | 1,6 | „ |
| entsprechend einem Kalkgehalt von | 1,4 | „ |

Hätte die Lauge bei einem Verbrauch von 10 ccm $^1/_{10}$ Normal-Jod zum Zurücktitriren auf Neutralität 17 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natron gebraucht, so würde die Berechnung ihrer Zusammensetzung folgende Zahlen ergeben:

Gesammte Schwefligsäure für 10 Jod = 3,2 pCt.
davon freie für 17 — 10 = 7 ccm . . . . . 7 × 0,32 = 2,24 „
an Kalk gebund. 10 — 7 = 3 „ . . . . . 3 × 0,32 = 0,96 „

$$\underset{\text{Schwefligsäure}}{32} : \underset{\text{Kalk}}{28} = 0{,}96 : x \text{ ergiebt einen Kalkgehalt von } 0{,}84 \text{ „}$$

Anstatt den Kalk auf diesem Umwege zu ermitteln, kann man ihn auch unmittelbar aus der für gebundene Schwefligsäure gefundenen Zahl durch Einsetzen der chemischen Einheit für Kalk berechnen, also 3×0,28=0,84. Wenn sich Magnesia bei dem Kalk befindet, kann man die Basis nicht genau berechnen. Sie ist aber auch für den Fabrikanten gleichgiltig, wenn er nur den Gehalt an Schwefligsäure kennt. Die Gegenwart von Gips oder anderen schwefelsauren Salzen stört die Untersuchung nicht, da dieselben unverändert bleiben und weder Jod noch Natron verbrauchen.

Dr. A. Frank empfiehlt, in einer gegebenen Menge Lauge zuerst durch Titriren mit $^1/_{10}$ Normal-Jod die Schwefligsäure zu bestimmen, die entstandene Bläuung durch Zusatz von 1 bis 2 Tropfen unterschwefligsauerm Natron zu entfernen und nach Zusatz einiger Tropfen Phenolphtaleïn mit $^1/_{10}$ Normal-Natron bis zum Erscheinen einer leicht röthlichen Farbe zurückzutitriren. Die Lösung von Phenolphtaleïn wählt er, weil sie schon den geringsten Ueberschuss von Alkali scharf anzeigt, und man den Uebergang von Farblosigkeit ins Rothe auch bei ungünstigem Lichte leicht erkennt. Die ganze Analyse kann in 5 Minuten von einem Arbeiter ausgeführt werden, der nur die Zahlen notirt und dem Betriebs-

leiter das Ausrechnen überlässt, welches noch durch Hilfstabellen erleichtert werden kann.

Die Herstellung von $^1/_{10}$ Normal-Natronlösung, die 4 Na OH im Liter enthält, oder von $^1/_{10}$ Normal-Kalilösung mit 5,6 K OH ist im Vorstehenden nicht beschrieben, weil dieselbe wegen der grossen Anziehungskraft von reinem Natron oder Kali für die Kohlensäure der Luft sehr schwierig ist. In Lösung sind Natron und Kali zwar weniger empfindlich, müssen aber wie Normal-Jodlösung durch Verschluss mit gut eingeschliffenem Glasstöpsel gegen Einwirkung der Luft möglichst geschützt werden. Fabriken, die reines Natron und Kali herstellen, wie z. B. Gehe & Co. Dresden, fertigen $^1/_{10}$ Normallösungen und auch Normal- wie Doppelnormallösungen an, und man muss, um $^1/_{10}$ Normallösung aus letzteren herzustellen, 100 ccm Normallösung oder 50 ccm Doppelnormallösung mit destillirtem oder filtrirtem Kondenswasser auf 1 Liter = 1000 ccm verdünnen. Für die meisten Fabrikanten wird es sich empfehlen, die Normallösungen von Jod und Natron oder Kali von den chemischen Fabriken fertig zu beziehen und auf $^1/_{10}$ zu verdünnen. Näheres über Herstellung all dieser Lösungen findet sich in »Praktische Uebungen in der Maassanalyse von Prof. Dr. Clemens Winkler in Freiberg i/S. 1888«. In demselben Buche ist auch Anleitung zur Untersuchung von Sulfitlaugen gegeben.

Manche Fabrikanten ziehen vor, die Titrirung mit Jod und Alkali nicht, wie von Frank empfohlen, mit einer und derselben Probe Sulfitlauge zu machen, sondern zu jeder Titrirung, nach Winkler, besondere Mengen Lauge zu verwenden. Anstelle von Normal-Natron benutzen Manche Normal-Kali, weil dasselbe das Glas der Untersuchungsgefässe weniger angreift.

Auf jeden Fall sollte man Lauge, die titrirt werden soll, nicht lange aufbewahren und das zu ihrer Aufnahme dienende bleierne Gefäss mit dicht schliessendem Deckel versehen, weil die Lauge aus der Luft Feuchtigkeit aufnimmt und dadurch schwächer wird.

Die Untersuchung der gebrauchten Sulfitlaugen oder Ablaugen ist schwieriger, weil in denselben Pflanzenstoffe gelöst sind, von denen viele, besonders die Aldehyde und Ketone, in ähnlicher Weise oxydirend auf Jod wirken wie Schwefligsäure. Dr. Winkler empfiehlt desshalb in seinem Buche, die Schwefligsäure durch Kochen und Destilliren mit Chlorwasserstoffsäure auszutreiben, durch alkalische Flüssigkeit wieder zu binden und dann erst mit Jod zu titriren. Ein grosser Theil der angewandten Schwefligsäure ist in feste Verbindungen mit den organischen Stoffen des Holzes getreten und lässt sich in diesen nur durch Analyse des Schwefelgehalts ermitteln. Für die Fabrikation von Sulfitstoff sind diese Verbindungen von untergeordnetem Interesse, da es dabei nur darauf ankommt, zu ermitteln, ob die im Kocher befindliche freie Schwefligsäure aufgebraucht ist, ob sich genug oder zuviel davon in der Lauge befindet. Diese Ermittlungen sind namentlich erforderlich, wenn eine Kochung ihrem Ende entgegengeht, um danach den Zeitpunkt der Entleerung zu bestimmen.

Um den Gehalt an unveränderter Schwefligsäure rasch zu bestimmen, setzt man, nach Frank, zu 100 ccm Ablauge eine gesättigte klare Lösung von Aetzkalk in konzentrirter Zuckerlösung tropfenweise zu, bis eingetauchtes rothes Lackmuspapier sich bläut. Dann kocht man rasch auf und filtrirt die dunkel gewordene Lösung von dem sich rasch absetzenden Niederschlage von Calcium-Monosulfit,

sammelt letzteren auf einem kleinen Filter und wäscht mit wenig Wasser aus. Das noch feuchte Filter wird sorgsam abgenommen und zusammengedreht in einen 250 ccm-Messkolben gesteckt. Nach Zufügen von Wasser und etwas Salzsäure wird dann unter kräftigem Umschütteln gelöst und bis zur Marke aufgefüllt. Von der erhaltenen klaren, etwas gelblichen Lösung werden 10 oder 25 ccm direkt abpipettirt und mit Jod zur Bestimmung des Gehalts an Schwefligsäure titrirt. Die so gefundene Menge erhöht man als Korrektur für das in der abfiltrirten Lauge gelöste Monosulfit noch im Verhältniss von 95 : 100.

Nach Mitscherlich's ursprünglicher Angabe prüft man die Ablauge dadurch, dass man zu einer in engem Glascylinder mit Maasstheilung befindlichen, bestimmten Menge Ablauge Ammoniak-Flüssigkeit im Ueberschuss setzt und aus der Menge des entstehenden Niederschlags, sowie der Färbung der Flüssigkeit den Stand der Kochung schätzt. Je mehr unverbrauchte Schwefligsäure sich noch in der Lauge befindet, desto mehr Niederschlag entsteht, indem Ammoniak mit den ungebundenen Säuren lösliche Verbindungen bildet, und der bis dahin von den freien Säuren in Lösung gehaltene einfachschwefligsaure Kalk ausfällt.

Die meisten Fabrikanten titriren trotz der erwähnten Ungenauigkeit die Ablauge mit Jod und können bei genügender Erfahrung daraus auf die noch vorhandene Menge freier Schwefligsäure schliessen, andere begnügen sich in den meisten Fällen mit der Prüfung durch die Nase, die bekanntlich für den Geruch der Schwefligsäure sehr empfindlich ist.

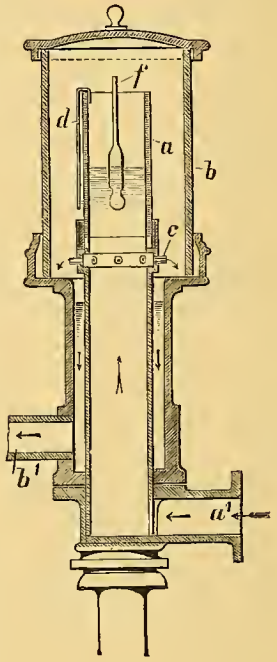


Fig. 1497.

Die Untersuchung der Lauge dient auch zur Ermittelung der Mengen von Schwefel, welche aus den verbrauchten Rohstoffen in die Lauge übergegangen sind. Dies geschieht in der Weise, dass man die Gesammtmenge der hergestellten Lauge durch Messung bestimmt und für jedes in der Lauge gefundene pCt. Schwefligsäure 10 kg Schwefligsäure = 5 kg Schwefel auf das Kubikmeter Lauge rechnet.

Obwohl die Prüfung mit der Senkspindel, wie anfangs erklärt, nicht zuverlässig ist, leistet sie doch gute Dienste. Bei bekannten Betriebsverhältnissen und wenn der Betriebsleiter oder Chemiker die Lauge täglich zwei bis viermal, jedenfalls aber vor dem Einlassen in den Kocher, auf ihren Gehalt an Schwefligsäure durch Titriren untersucht, kann man durch den Arbeiter in der Zwischenzeit mit der Senkspindel feststellen lassen, ob die angefertigte Lauge stets ziemlich gleich grossen Schwefligsäure-Gehalt hat. Man achte stets darauf, dass der Arbeiter seine Bé-Spindel nach jedem Gebrauch gut abwäscht und abtrocknet. Thut er dies nicht, so bildet sich an derselben eine Kruste, und es giebt dann falsche Messungen. Die Senkspindeln sind häufig so fehlerhaft, dass dieselbe Lauge auf einer Spindel $4^1/_2$, auf der andern $4^3/_4{}^0$ zeigt. Wenn der Betriebsleiter die Lauge mit der Bé-Spindel prüfen will, um zu sehen, ob der Arbeiter richtig beobachtet und arbeitet, so muss er auch mit dessen Spindel messen.

Zu fortwährender Prüfung der von den Erzeugungs-Thürmen oder -Bottichen abfliessenden Lauge hat Dr. Karl Kellner in die Leitung, welche zu den Vorrathsbehältern führt, das in Fig. 1497 dargestellte »Messgefäss« eingeschaltet. Mit demselben erkennt man mit einem Blick die Stärke und Menge der ablaufenden Lauge. Es besteht aus zwei konzentrisch angeordneten Glascylindern, wovon der innere *a* mit dem Einlaufrohr $a^1$ und der äussere *b* mit dem Ablaufrohr $b^1$ verbunden ist. Der innere Cylinder ist das eigentliche Messgefäss; er besitzt an seinem untern Ende am Umfange Ausflussöffnungen *c* und überdies eine Skala *d*. Eine in diesem Gefässe schwimmende Senkspindel *f* zeigt das spezifische Gewicht oder die Stärke der erzeugten Lösungsflüssigkeit fortwährend an. Das Glasrohr *a* ist in Fig. 1498 in etwas grösserem Maassstab besonders dargestellt und auf demselben die Skala *d*, an welcher man die Höhe des Flüssigkeitsstandes im Glase *a* erkennt und damit auch die Menge Lauge, welche in einer Zeiteinheit durch die Oeffnungen *c* abfliesst.

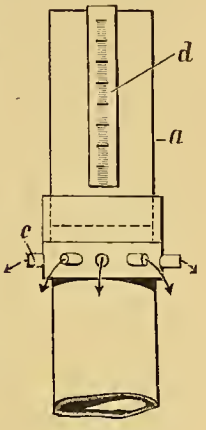


Fig. 1498.

**538. Ermittelung von gasförmiger Schwefligsäure.** Zur Analyse der Schwefelgase auf ihren Gehalt an Schwefligsäure bedient man sich am besten der von F. Reich in Freiberg zuerst benutzten, in Fig. 1499 dargestellten Einrichtung, die auch von Lunge in seiner »Soda-Industrie« dazu empfohlen wird. Das die Schwefligsäure enthaltende Gasgemisch wird dadurch aus einer Leitung entnommen, dass man einen Pfropfen *c* mit durchgehendem Glasrohr irgendwo in dieselbe einsetzt. Das Ansaugen des Gases erfolgt durch den mit Quetschhahn *i* versehenen Gummischlauch *h*, welcher mit Wasser gefüllt ist und durch Glasrohr *g* bis unten in die mit Wasser beinahe vollgefüllte, 2 bis 3 l haltende Flasche *B* taucht. Oeffnet man den Hahn *i*, so läuft Wasser aus *h* in das mit Maasstheilung versehene Glas *C* und zieht das Wasser aus *B* und *A* nach. Das Wasser, welches aus dem als Heber wirkenden Schlauch *h* läuft, kann jedoch das Gas durch Pfropfen *c*, Schlauch *b*, Rohre *a*, *e* und *f* nur nach sich ziehen, wenn nirgends sonst Luft eintritt. Um dies zu ermitteln, schliesst man vor Anstellung einer Untersuchung den Quetschhahn *m* und öffnet *i*. Wenn nur wenig Wasser herauskommt, ist alles dicht, läuft dasselbe aber in einem Strom, so muss irgendwo Luft eindringen.

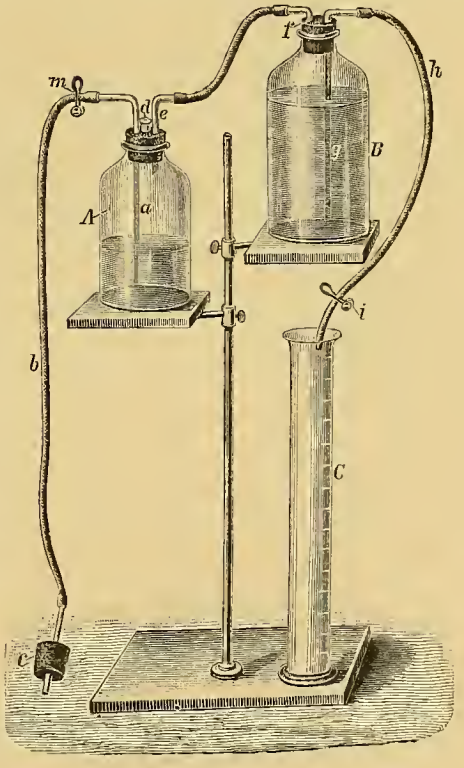


Fig. 1499.

Die etwa 1 l haltende Flasche *A*, in welche das Gasgemisch zuerst gelangt, wird durch die vom Kautschukpfropfen *d* verschlossene Oeffnung bis zu etwa ein Viertel mit destillirtem Wasser gefüllt, dem man etwas Stärkelösung, Natriumbicarbonat und soviel

Jodlösung zugiebt, dass sich das Wasser intensiv blau färbt. Das Natriumbicarbonat soll die Aufnahmefähigkeit der Jodlösung erhöhen und allen etwaigen Unregelmässigkeiten vorbeugen.

Um Schlauch *b* und Rohr *a* mit dem Gasgemenge zu füllen, öffnet man Hahn *m* und dann *i* soweit, dass das Wasser langsam ausfliesst, und das angesaugte Gas in einzelnen Blasen durch *a* eintritt und emporsteigt. Sobald sich nach weiter fortgesetztem Ansaugen des Röstgases die Flüssigkeit entfärbt hat, ist der beabsichtigte Zweck erreicht, man schliesst Hahn *i* und tröpfelt mit einer Pipette durch Oeffnung *d* 10 ccm $^1/_{10}$ Normaljodlösung in die Flasche *A*, wodurch sich deren Inhalt wieder blau färbt.

Um messen zu können, wie viel Gas man durchzusaugen hat, um die zugegebenen 10 ccm $^1/_{10}$ Normaljodlösung zu sättigen, giesst man das im Messglas *C* befindliche Wasser aus, stellt es wieder an seine Stelle, öffnet mit der rechten Hand *i* und schwenkt mit der linken die Flasche *A* solange um, bis nahezu Entfärbung der Flüssigkeit eingetreten ist. Dann schliesst man *i* und liest ab, wie viele ccm Wasser sich in *C* befinden.

Da die Einwirkung der Schwefligsäure nach der Seite 1516 angegebenen Gleichung erfolgt, so bedurften die angewandten 10 ccm $^1/_{10}$ Normaljodlösung 0,032 g $SO_2$ zur Entfärbung und diese sind, da 1 l Schwefligsäure 2,8689 g wiegt =

$$\frac{1000 \times 0{,}032,}{2{,}8689} = 11{,}14 \text{ cm } SO_2 \text{ bei } 0^0 \text{ und } 760 \text{ mm Barometerstand.}$$

Wenn nun beispielsweise in *C* 128 ccm Wasser gemessen, also ausgelaufen waren, so zeigen diese an, dass ebenso viele ccm Gas durchgesaugt und nicht von der Jodlösung gebunden wurden. Im ganzen sind also in die Flasche *A* 11,14 aufgesaugte und 128 nicht aufgesaugte ccm = 139,14 ccm Gase gelangt, in denen sich somit befanden:

$$\frac{11{,}14 \times 100}{139{,}14} = 8 \text{ Volumen pCt. Schwefligsäure.}$$

Folgende Tabelle macht diese Ausrechnung überflüssig:

| Kubikcentimeter ausgeflossenes Wasser | Gehalt des Röstgases an Volumproz. $SO_2$ | Kubikcentimeter ausgeflossenes Wasser | Gehalt des Röstgases an Volumproz. $SO_2$ |
|---|---|---|---|
| 82 | 12 | 128 | 8 |
| 86 | 11,5 | 138 | 7,5 |
| 90 | 11 | 148 | 7 |
| 95 | 10,5 | 160 | 6,5 |
| 100 | 10 | 175 | 6 |
| 106 | 9,5 | 192 | 5,5 |
| 113 | 9 | 212 | 5 |
| 120 | 8,5 | | |

In den Röstgasen befindet sich manchmal bis zu 10 pCt. ihres Schwefelgehalts in Form von Schwefelsäure, die nicht auf Jod wirkt. Lunge bestimmt desshalb ausser der Schwefligsäure noch die Gesammtsäure des Röstgases, indem er die Gase durch Natronlauge saugt. Er benutzt dazu eine Flasche von der in Fig. 1500 dargestellten Art, die 410 ccm fasst und mit 230 ccm Wasser, 10 ccm einer $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge und 3 Tropfen Phenolphtaleïnlösung beschickt wird. Das Gaseintrittsrohr ist unten geschlossen und unter dem Spiegel der Flüssigkeit mit vielen feinen Löchern durchbohrt, sodass das Gas nur in kleinen Bläschen, also

fein vertheilt, in die Flüssigkeit treten kann. Das Gas wird in Absätzen durchgesaugt, und zwar immer nur eine solche Menge auf einmal, dass sein Volumen weit geringer ist als das des freien Raums der Flasche. Nach jedem Ansaugen wird innegehalten, etwa $^1/_2$ Minute geschüttelt, wieder Gas durchgesaugt usw. Um, namentlich beim letzten Umschütteln, zu beobachten, ob noch Rosafärbung vorhanden ist, setzt man die Flasche auf eine weisse Unterlage.

Da 1 Molekül Schwefelsäure genau so auf Natronlösung wirkt wie 1 Molekül Schwefligsäure, so ergiebt die zum Sättigen des Natrons verbrauchte Gasmenge den Gesammtgehalt an $SO_3$ und $SO_2$. Hiervon hat man nur den mit Jodlösung ermittelten Gehalt an Schwefligsäure abzuziehen, um zu finden, wieviel Natron mit Schwefelsäure verbunden ist und dann diese zu berechnen.

Dr. A. Frank bestimmt die Gesammtsäure, nachdem die Schwefligsäure von Jod aufgenommen ist, durch Eingiessen von $^1/_{10}$ Normal-Natronlösung zu der in Flasche *A* (Fig. 1499) befindlichen Flüssigkeit wie bei Untersuchung der Lauge Seite 1515/6 angegeben. Wenn für 10 ccm $^1/_{10}$ Normal-Jod mehr als 20 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natron nöthig sind, so zeigt der verbrauchte Ueberschuss den Gehalt an Schwefelsäure an.

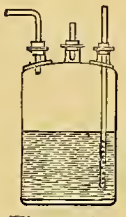


Fig. 1500.

Mit der in Fig. 1499 dargestellten Einrichtung können alle in den Fabriken vorkommenden Gase auf ihren Gehalt an Schwefligsäure untersucht werden. Besonders nützlich ist dies für die Gase, welche aus den mit Kalkstein oder gleichwerthigen Stoffen gefüllten Thürmen entweichen, weil der Betriebsleiter dafür zu sorgen hat, dass alle unten eingeführte Schwefligsäure im Thurm verbraucht wird, dass also keine nennenswerthen Mengen oben abgehen. Die dort entweichende Schwefligsäure bedeutet nicht nur Verlust an Schwefel, sondern verbreitet sich auch in der Atmosphäre und schädigt, wenn erhebliche Mengen abziehen, den Pflanzenwuchs. Da die aus Thürmen entweichenden Gase bei richtiger Führung nur minimale Mengen (weniger als $^1/_2$ Volumprozent) Schwefligsäure enthalten, so darf man zur Prüfung nur etwa 1 ccm $^1/_{10}$ Normaljod- oder 5 ccm $^1/_{100}$ Normaljodlösung anwenden.

Will man Gase prüfen, die aus Schwefelöfen kommen, in welche Luft unter Druck eingeblasen wird, so muss man das Abzweigrohr mit einem Hahn versehen, mit dem der Zutritt des Gases geregelt wird.

**539. Kocher nach Mitscherlich.** Während Tilghman's Versuche daran scheiterten, dass es ihm nicht gelang, Kocher und Gefässe herzustellen, die der Einwirkung von schwefliger Säure standhielten, war es Mitscherlich gelungen, die Kocher so zu gestalten und auszukleiden, dass sie bei sorgfältiger Behandlung regelmässigen Fabrikbetrieb ermöglichten.

In einem amerikanischen Patent Nr. 284 319 vom 12. Juli 1883 giebt Mitscherlich folgende Zeichnungen und Beschreibung seines Kochers.

Fig. 1501 zeigt einen Theil des Kessels mit der Ausmauerung und dem Mannloch.

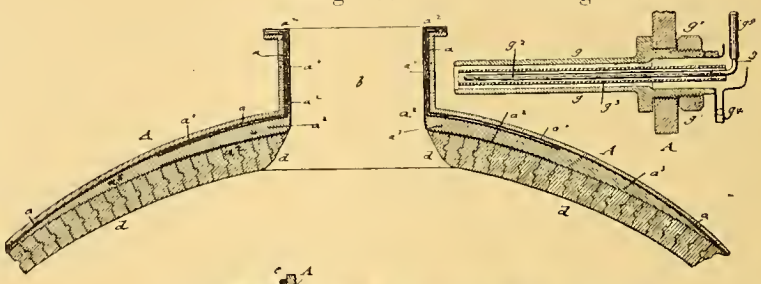
Der Kessel *A* hat etwa 4 m Durchmesser und 12 m Länge, sodass verhältnissmässig grosse Mengen Holz auf einmal gekocht werden können. Die innere Fläche ist mit einem Belag *a* von Blei versehen, welcher mittels eines Kittes aus Theer und Pech befestigt wird. Der Kitt wird erwärmt und die Bleitafeln unter sanftem und vorsichtigem Streichen auf das Eisen gedrückt. Er hält das Blei in solider Weise fest und sichert den Kessel vor der Zerstörung durch Säure vollständig. Selbst wenn das Blei an irgend einer Stelle verletzt werden sollte würde, wenn hier auch der Kitt verletzt wäre, nur diese eine Stelle des Eisens angegriffen

werden; die Säure würde unter dem Blei nicht weiterfressen können. Durch einfaches Erwärmen der Stelle, damit der Kitt wieder das Eisen deckt, und Zulöthen der offenen Stelle im Blei ist der Schaden beseitigt.

Es ist zweckmässig, nur dünnes Blei zu verwenden, damit man es beim Auflegen gut in alle Vertiefungen und Ecken drücken kann, und damit der Kitt auch ein besseres Bindeglied zwischen dem Eisen und Blei bilde.

Wollte man zu dickes Blei verwenden, so könnte man Gefahr laufen, unterhalb des Bleies Luftblasen einzuschliessen oder den Kitt nicht überall gut festzudrücken, und für den Fall einer Verletzung des Bleies Gelegenheit zu grösserem Angriff des Eisens zu bieten. Der Kessel würde ausserdem auch durch einen auf diese Weise herbeigeführten Fehler unbrauchbar, weil beim Auftreten eines solchen geringe Mengen gelösten Eisens zum Zellstoff gelangen und denselben färben.

Fig. 1501. Fig. 1503.



Wird das Blei in angegebener Weise sorgfältig auf die Innenfläche des Kessels geklebt, so ist das kostspielige Verlöthen der einzelnen Bleiplatten überflüssig. Die Sicherheit und Dauer des Kessels ist durch die neue Art der Bekleidung vergrössert worden. Die Mannlöcher $b$, welche zum Füllen und Entleeren der Kessel dienen, haben ausser der ersten Bleibekleidung $a$ noch eine zweite $a^1$, welche ebenfalls mit dem aus Pech und Theer bestehenden Kitt befestigt ist. Ferner ist hier noch eine dritte Bleilage $a^2$ angebracht, welche vom Flansch abwärts nach dem Kessel geht und über eine sehr dicke Lage von Kitt $a^3$ reicht.

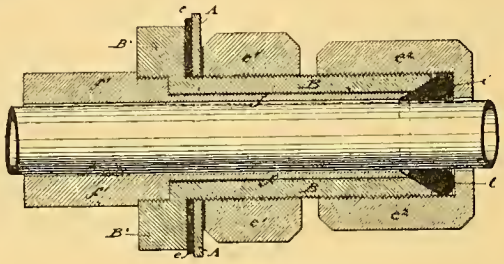


Fig. 1502.

Diese verschiedenen Lagen von Blei und Kitt sind hier desshalb nothwendig, weil der im Kessel angebrachte Schutz (durch die glasirten Ziegel $d$), bei den Oeffnungen wegfällt. Ist die Bleilage $a^2$ abgenutzt, so löst man sie ab und legt eine neue auf.

Der Kesselinhalt wird durch Rohrsysteme geheizt, welche auf der innern Fläche des Kessels liegen und die untere Hälfte desselben, vom Boden bis etwa zur Mitte, bedecken. Eine grössere Anzahl einzeln mit Dampf gespeister Röhren ist gewählt, damit die Kochung keine Störung erfährt, falls ein Rohr undicht werden sollte. Man schliesst die Zuführung zum schadhaften Rohr ab und unterbricht die Kochung nicht. Diese Rohre müssen den mechanischen und chemischen Einwirkungen gut widerstehen, und desshalb sind sie aus einer Legirung von Blei und Antimon hergestellt.

Die beiden Enden je eines Rohres sind an der Kesselwand durch eine Verschraubung befestigt, welche in Fig. 1502 dargestellt ist.

Ein mit Flansch $B'$ versehenes Stück $B$ aus Blei wird mittels einer Unterlage von Blei $e$ und der Mutter $e'$ an der Kesselwand $A$ befestigt. Nun schraubt man das über das Rohr gestreifte Stück $ff'$ in $B$ hinein, schiebt rechts über das Rohr einen Dichtungsring $i$ aus Blei oder Asbest und schraubt nun die Mutter $e^2$ fest. Mittels dieser Einrichtung erhält man eine sehr sichere dampfdichte Verbindung zwischen Rohr und Kessel, welche auch der Säure zu widerstehen vermag.

Der Kessel ist ferner mit einer Vorrichtung zur Prüfung des Inhalts und zur leichten Beobachtung von Temperatur und Druck versehen. Dies ist mittels der in Fig. 1503 dargestellten Einrichtung erreicht, welche nur eine einzige Oeffnung in der Kesselwandung verlangt. Sie besteht aus dem Rohrstutzen $g$, welcher mittels der Mutter $g^1$ an der Kesselwand befestigt ist. Ein Thermometerrohr $g^2$ geht durch die Mitte von $g$ und wird daselbst zum Schutz von dem Rohr $g^3$ umgeben. Zwischen $g$ und $g^3$ ist hinreichender Raum, um mittels des Ventils $g^4$ eine kleine Menge vom Kesselinhalt ablaufen zu lassen.

In das aufwärts gebogene Ende des Rohrs $g^2$ steckt man das Thermometer $g^5$. Ferner lässt sich hier noch ein Manometer und ein Glas zur Anzeige der Höhe der Flüssigkeit im Kocher anbringen.

Die meisten in Betrieb befindlichen Mitscherlich-Kocher haben etwa 10 bis 12 m Länge und 4 m Durchmesser, wie das Bruchstück des in Fig. 1504 nach einem Aufsatz von E. Scherrer aus der Papier-Zeitung 1894 wiedergegebenen. Derselbe wird durch zwei Mannlöcher *b* vom obern Fussboden aus gefüllt und durch den Stutzen *a* entleert. Die seitlich angenieteten Träger *d* ruhen auf Röllchen *c*, damit sich der Kocher während des Kochens unbehindert in der Längsrichtung ausdehnen und wieder zusammenziehen kam. Wenn der Stoff gar gekocht ist, wird die Lauge durch Stutzen *e* abgelassen, durch *b* Wasser in den Kessel geleitet und durch *e* wieder abgeleitet.

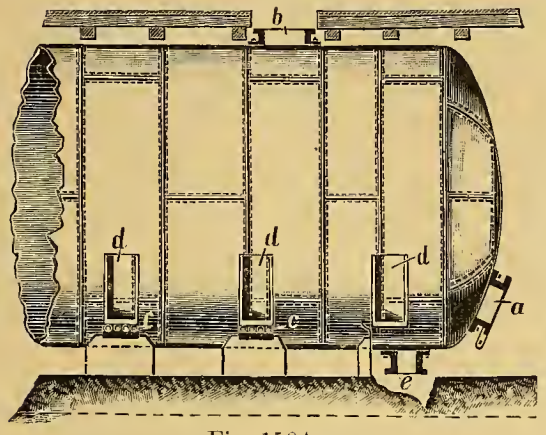


Fig. 1504.

In Fig. 1505 ist ein Kocher derselben Art in 1 : 100 der wahren Grösse in einer Aufstellung gezeigt, welche das Entleeren erleichtert. Auch hier sind *a* Entleerungsstutzen, *b* Wasserleitungsröhren, *c* fünf Traversen, auf welchen ebensoviele Trägerpaare $d^1$ mit ihren Röllchen *d* ruhen. In der Grube bedeutet *e* den Boden aus Filtrirsteinen, *f* Abzugskanal, *g* Transportwagen.

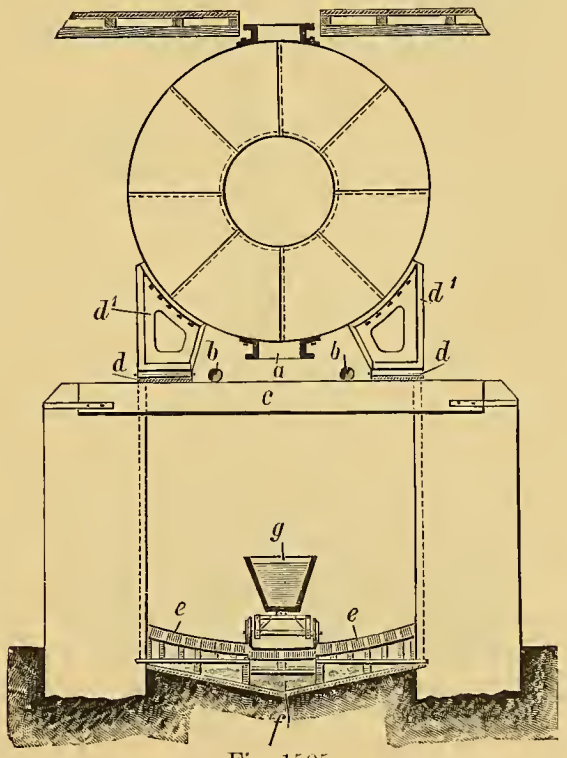


Fig. 1505.

Die bei beiden Aufstellungen angewendete Lagerung auf Röllchen *d* ist, wie die Erfahrung lehrt, überflüssig, weil die Kocher sich in der Richtung ihrer Achse nur unmerkbar, aber mehr in der Richtung des Querschnitts und Durchmessers ausdehnen.

Ein solcher Kocher fasst etwa 100 cbm Holz und 60 cbm Lauge und sollte, um diese Lasten zu tragen und andere Inanspruchnahme auszuhalten, aus gutem Kesselblech von 18 mm, an den halbrunden Enden aus noch stärkerem Blech angefertigt sein. Die beiden oberen und unteren Mannlöcher liegen einander gerade gegenüber, damit nach beendetem Kochen Durchzug der Luft und Abkühlung entsteht. Die Mannlöcher werden mit leicht lösbaren Schrauben verschlossen und mit Bleiringen sowie breiigem Zellstoff gedichtet.

Der Kocher ist hier auf starkem Mauerwerk so hoch gelagert, dass in der durch die Mauern gebildeten Grube der ganze Kocherinhalt bequem Platz findet. Die Entleerungslöcher *a* befinden sich auf der untern Seite des Kochers. Der Boden

der Grube, die vorn und hinten durch starke, hölzerne Blockthüren abgeschlossen werden kann, besteht aus Filtersteinen. Mitten durch den Lagerraum führt ein Schienenweg, auf dem der fertig ausgewaschene Stoff rasch und bequem auf Kippwagen weggebracht wird. Nach Abzug der Lauge lässt man den Kocherinhalt, ohne ihn vorher zu waschen, in die Grube ab. Das Leeren des Kochers nimmt wenig Zeit in Anspruch, da ein grosser Theil des Inhaltes von selbst durch die unteren Entleerungslöcher fällt. Stösst man durch Stutzen *a* lange Stangen in die Stoffmasse und lässt durch die oberen Fülllöcher Wasser zulaufen, so entleert sich der Kocher erheblich rascher. Auch das Eintreiben von Wasser durch für diesen Zweck auf der untern Seite des Kochers angebrachte Stutzen hilft zu rascher Entleerung. Der Stoff wird nun erst in dem Lagerraum unter dem Kocher gewaschen, indem durch die Leitung *b* Wasser zugelassen wird. Vom Zeitpunkte des Laugeablassens bis zur Wiederaufnahme von frischem Holz verstreichen etwa 6 bis 7 Stunden.

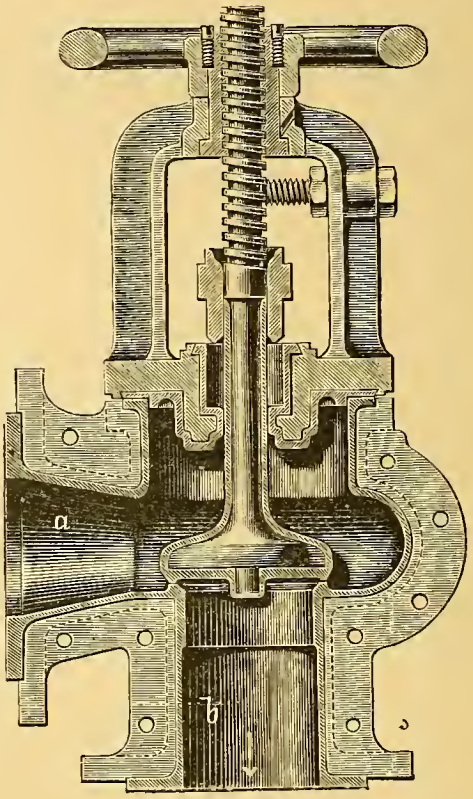


Fig. 1506.

Behufs grösserer Dauerhaftigkeit ist es angezeigt, zur Bekleidung der Innenseite des Stoffkastens, sowie für den Filterboden säurefeste Steine zu verwenden.

Man baut die Sulfit-Kocher am besten aus gutem, zähem Eisenblech. Stahlblech springt leicht, weil es zu wenig dehnbar ist. Da solche Kocher nicht von äusserer, kalter Zugluft bestrichen werden dürfen, so erscheint es gerathen, dieselben während der kalten Jahreszeit in alte Trockenfilze einzuhüllen.

Da die Kocher innen mit Bleiblech ausgelegt werden, so sollen sie diesem eine möglichst glatte, ebene Auflagefläche bieten. Man lässt daher die Tafeln nicht übereinandergreifen, sondern stösst sie stumpf zusammen und verbindet sie durch äussere Laschen. Geschweisste Kocher haben den Vorzug, dass alle Nieten vermieden werden.

Die Ausrüstung der Kocher, wie Hähne, Manometer usw., muss derart sein, dass sie von Säure nicht angegriffen wird, und einige Fabrikanten (z. B. Jung & Lindig in Freiberg i. S.) stellen dieselbe als Sonder-Erzeugniss her. Die in Figg. 1506 bis 1510 abgebildeten Gegenstände werden von P. Suckow & Co. in Breslau nach Patent Robert Meyer geliefert. Fig. 1506 ist ein Säuren-Einlassventil, welches auf der Mitte des Deckels eines der oberen Einfüll-Löcher sitzt.

Bei *a* werden die Leitungen für die Lauge, für den zum Dämpfen des Holzes erforderlichen Dampf und zum Uebertreiben von Gas angeschlossen. Bei *b* erfolgt der Ausfluss in den Kocher.

Der Ventilkörper besteht aus Rothguss, schmiedbarem Eisenguss oder auch Grauguss, am vortheilhaftesten jedoch aus Rothguss. Alle inneren Theile, welche

mit Säure oder Gasen in Berührung kommen, sind mit Hartblei ausgeschlagen. Ein gleiches Ventil wird unten zum Ablassen der Säure benutzt. Es ist vortheilhaft, wenn unterhalb der Mitte des Kochers noch ein solches Ventil angebracht ist, durch welches man wie durch das Säure-Ablass-Ventil, behufs schneller Entleerung des Stoffs, Wasser eintreiben kann. Die beiden oberen Mannlochstutzen sollen mit kleineren seitlichen Stutzen, und zwar der eine mit einem, der andere mit zweien versehen sein. An diesen seitlichen Stutzen werden angeschraubt: 1 Sicherheits-Ventil gewöhnlicher Bauart mit innerer Blei-Auskleidung, ein Säure-Manometer und ein innen verbleites Lufteinlassventil. Man achte darauf, dass das Sicherheitsventil genau auf den bestimmten Maximaldruck geregelt ist. Bei den Säure-Manometern ist zwischen Feder und Membran zum Schutz gegen die Gase eine Flüssigkeit eingeschaltet. Man muss stets für richtig zeigende Manometer sorgen; solche, deren Zeiger bei Abwesenheit von Druck nicht auf

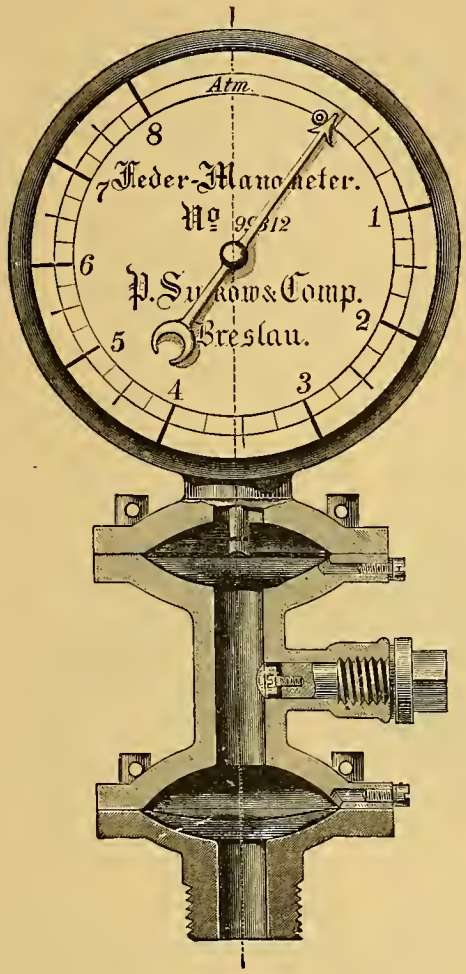



Fig. 1507.

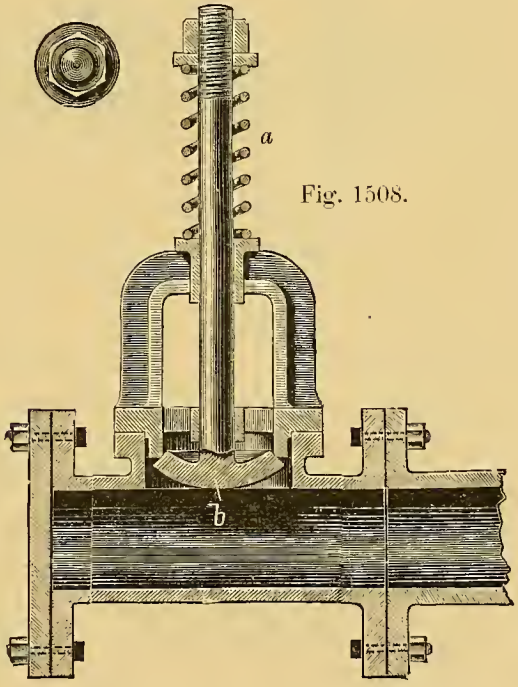



Fig. 1508.

Null zurückgehen, müssen unverzüglich durch andere ersetzt werden. Die Lufteinlass-Ventile haben den Zweck, bei Entstehung von Vacuum im Kocher ein Zerreissen des Bleimantels durch selbstthätiges Einlassen von äusserer Luft zu verhüten. Fig. 1507 veranschaulicht ein Säure-Manometer, Fig. 1508 ein Lufteinlassventil, bei dem sich *b* öffnet, wenn die Luftleere so gross oder der innere Gegendruck so schwach ist, dass der Druck der äussern Luft die Spannung der Spiralfeder *a* überwindet.

Vorn in der Mitte der einen Stirnfläche des Kochers ist das Thermometer in den Kocher eingelassen. Fig. 1509 ist eine Ansicht desselben von vorn,

Fig. 1510 ein Längsschnitt durch das Thermometer. Die in Figg. 1509 und 1510 dargestellte, als amerikanisch bezeichnete Anordnung (von Mitscherlich in seinem amerik. Patent Nr. 284 319 beschrieben) besteht aus einem verbleiten Winkelthermometer und zwei verbleiten Durchgangs-Ventilen von 10 mm lichter Weite, wovon das eine links, das andere rechts vom Thermometer angeordnet ist. Die an den Ventilen befestigten Kupferrohre enden auf einer Seite in einem Probenehmer, auf der andern in einem Säure-Manometer. Das Thermometerglas kommt nicht unmittelbar mit der Säure in Berührung, sondern liegt in einer verbleiten, von der

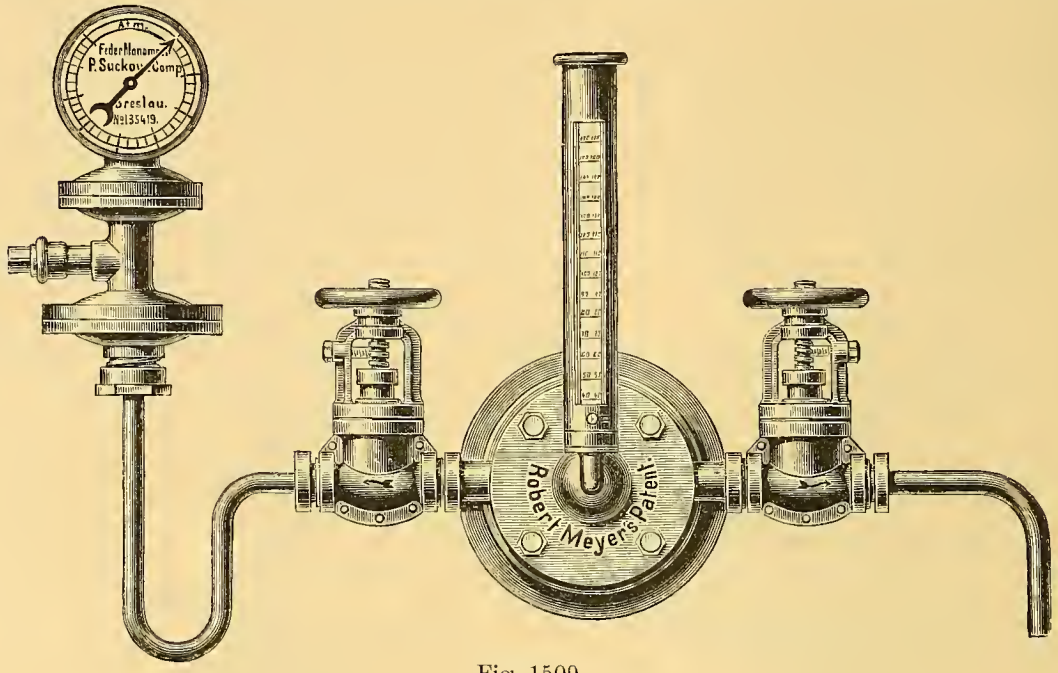



Fig. 1509.

Säure umspülten Hülse. In Fig. 1510 ist *a* der Raum, welcher die Säure aufnimmt, *b* die Kocherwand, *c* Verbleiung, *d* Dichtung, *f* Ausmauerung. Die Ausmauerung *f* ist der Deutlichkeit wegen um das Rohr herum weggelassen, hüllt dasselbe aber in Wirklichkeit völlig ein. Das Thermometer kann jeder Zeit, auch während des Kochens, durch ein neues ersetzt werden und soll zu diesem Zweck stets vorräthig sein. Die Skala des Thermometers muss selbstverständlich gut beleuchtet werden.

Zu der Ausstattung des Kochers gehören ferner noch: 2 Dampfeinströmventile, 2 Dampfausströmventile, 1 Dampfreduzirventil mit Manometer und ein Dampfrückschlagventil, deren Anordnung mit den Dampfleitungen weiterhin beschrieben wird.

Die wichtigste Aufgabe ist, wie eingangs erwähnt, das Eisen der Kocher in solcher Weise zu schützen, dass keine Schwefligsäure, weder gasförmige noch flüssige, damit in Berührung kommt, weil es davon rasch angegriffen und zerfressen wird. Da Blei deren Einwirkung widersteht, so wurde dasselbe von Anfang an zur innern Auskleidung der Kocher benutzt, und das einfachste Verfahren besteht

darin, dass man Bleifolien auf die Blechtafeln klebt. Zu diesem Zwecke bestreicht man die Blechtafeln mit einer dickflüssigen, klebrigen erwärmten Masse aus Theer und Pech und drückt die 1 mm dicken Bleifolien sorgfältig und gleichmässig darauf. Die dünnen Bleibleche lassen sich nicht zusammenlöthen, sondern werden an ihren Berührungskanten einfach einige Centimeter übereinander geschoben. Diese Verbleiung kann ausgeführt werden, ohne dass man den Kocher dreht. Mitscherlich beschreibt dieselbe in seinem Seiten 1521/2 abgedruckten amerikanischen Patent.

Diesem Verfahren wird das Auskleiden des Kochers mit zusammengelötheten Bleiblechen von 3 bis 5 mm Dicke vielfach vorgezogen. Die Bleche müssen aber von bester Sorte sein, also solche, welche durch Zusammenwalzen dünner Folien erhalten und in grossen, zusammengerollten Tafeln bezogen werden. Diese Tafeln werden im Kocher aufgerollt, überall gut angedrückt und an den Berührungsstellen von geübten Bleilöthern mit Wasserstoffgas-Flamme zusammengelöthet. Das Verbleien der untern Kocherhälfte bietet keine Schwierigkeit, wohl aber das der oberen. Um die obere Hälfte mit der nöthigen

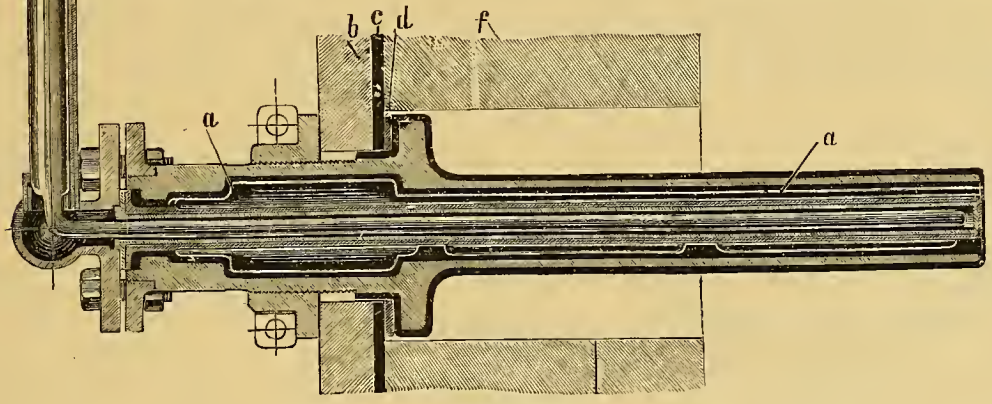



Fig. 1510.

Genauigkeit verkleiden zu können, muss man den Kocher um seine Längsachse drehen. Zu diesem Zwecke wird derselbe auf Rollen gelegt, die das Drehen mit verhältnissmässig wenig Kraftaufwand ermöglichen. Fig. 1511 veranschaulicht eine solche Vorrichtung. Bei Aufstellung eines neuen Kochers wird man die Verbleiung vornehmen, ehe die Kocherträger $d$ in Fig. 1504 und $d^1$ in Fig. 1505 angenietet sind. Bei einer spätern zweiten Verbleiung des Kochers muss man denselben so hoch heben, dass die angenieteten Kocherträger der Drehung nicht mehr hinderlich sind. Die Traversen $y$, auf welchen die Rollen $x$ befestigt sind, kommen dann zwischen je zwei Kocherträgern zu liegen.

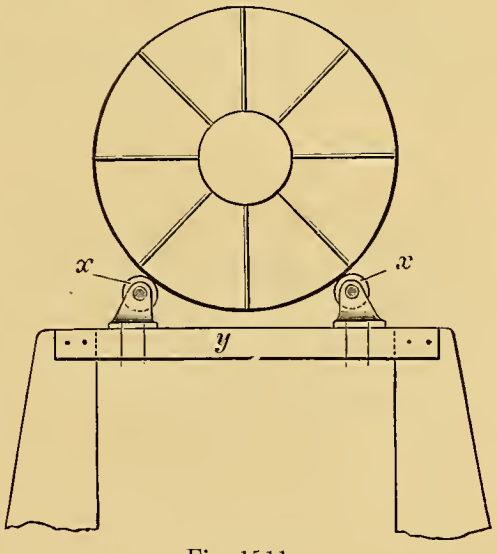



Fig. 1511.

Um zu verhindern, dass der schwere Bleimantel in sich selbst zusammenfällt, werden die einzelnen Bleiplatten mit Kopfschrauben an dem Blechmantel befestigt. Man wendet natürlich möglichst wenig solcher Schrauben an, und die Schraubenköpfe müssen durch Bleikappen gedeckt sein. Diese Befestigungsschrauben können auch ganz wegfallen, wenn man durch richtiges Holzsprengwerk die Bleitafeln so an die Kocherwandung andrückt, dass Zusammenfallen oder Einsacken des Bleimantels unmöglich wird.

Ein drittes und bestes Verbleiungs-Verfahren dieser Art besteht darin, dass man den Kocher innen mit Theer und Pech oder auch nur mit rother Mennige einige Male gut ausstreicht. An diese klebrige Masse drückt man Bleifolien von Papierdicke gut und gleichmässig an, und auf diese dünne Bleilage wird ein Bleimantel von 3 mm Dicke gelöthet. Auch bei diesem Verfahren muss der Kocher gedreht werden. Diese Ausbleiung wird theurer als die andern, dagegen stellt sich, wie wir sehen werden, die nachherige Ausmauerung billiger.

Fig. 1512.

Besonders sorgfältig müssen die untern und obern Mannlochstutzen verbleit werden; man verwende dazu Bleiblech von 10 mm Dicke. Die von Mitscherlich gegebene Vorschrift zur Auskleidung der Mannlöcher ist Seite 1522 abgedruckt.

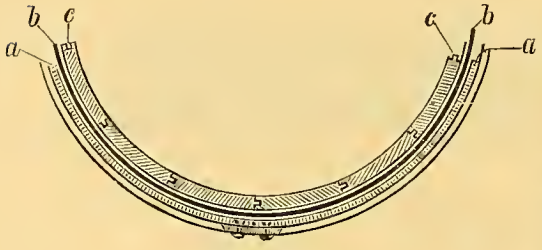


Fig. 1513.

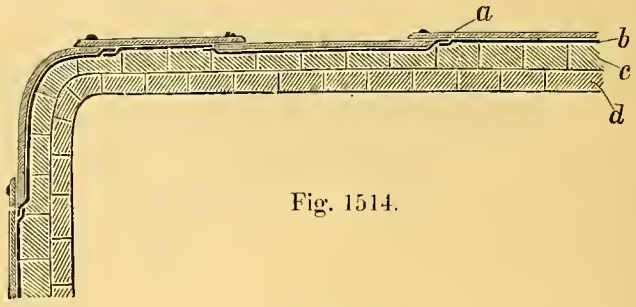


Fig. 1514.

Wie die Verbleiung wird auch die Ausmauerung der Kocher verschiedenartig ausgeführt. In der Hauptsache lassen sich folgende Arten unterscheiden:

1) einfache Ausmauerung mit Steinen,
2) doppelte „ „ „
3) Ausmauerung mit Steinen und Platten,
4) „ „ Platten.

Die einfache Ausmauerung mit Steinen nach 1), sowie mit Platten nach 4) ist anwendbar bei Kochern, deren Blechtafeln stumpf zusammengestossen sind und deren Bleimantel aus dickem Bleiblech zusammengelöthet ist oder aus doppelter Bleilage besteht. Fig. 1512 zeigt eine solche einfache Ausmauerung mit Steinen, wobei *a* das Kocherblech, *b* den Bleimantel, *c* das Mauerwerk bedeutet. Bei dieser Ausmauerung sind die Steine der Breite nach gelagert, sodass die schmalen Flächen der Steine aneinander liegen. Dadurch erhält man weniger Fugen, als wenn die Steine mit der breiten Fläche gegeneinander liegen. In Fig. 1513 besteht die Ausmauerung aus Platten *c*. Diese Ausmauerung ist die vortheilhafteste, indem hier am wenigsten Fugen vorkommen. Die Platten sind ziemlich gross, haben die Form der Kocherwölbung und sind mit Federn und Nuthen versehen.

Die doppelte Ausmauerung mit Steinen nach 2) oder Steinen und Platten nach 3) ist bei Kochern zu empfehlen, deren Blechtafeln dachförmig übereinander greifen und deren Ausbleiung nur aus dünnen aufgeklebten Bleifolien besteht, Fig. 1514.

Um die verschiedenen Tiefen, welche durch das Aufeinanderlegen der Kocherbleche *a* entstanden sind, auszugleichen, müssen die Steine der äusseren Lage *c* verschiedene Dicken haben; die innere Mauerlage *d* muss auf einer glatten, d. h. gleichmässig gewölbten Fläche ohne Vorsprünge liegen, und die Fugen der äussern Lage dürfen nicht mit denen der innern Lage zusammenfallen. Anstelle der innern Steinlage können auch Platten nach Fig. 1513 kommen, die weniger Fugen haben, also auch weniger Durchlässe für die Säure bieten. Bei Erstellung der äussern Steinlage hat man darauf zu achten, dass die dünnen Bleifolien *b* nicht beschädigt werden. Diese doppelte Kocher-Ausmauerung stellt sich theuer und vermindert den Innenraum des Kochers bedeutend, hat aber den Vortheil, dass von der innern Kocherwärme wenig an die äussere Luft abgegeben wird. Bei dieser doppelten Ausmauerung wird der Kocher aussen kaum merklich warm.

Mit dem Ausmauern der Kocher darf man nur geübte Arbeiter betrauen, und es ist von grösster Wichtigkeit, dass alle Fugen gut mit Portland-Cement ausgestrichen werden. Die Erstellung der Gerüste und Gewölbebogen zur Ausmauerung der obern Kocherhälfte ist keine leichte Arbeit. Man darf selbstverständlich nur säurefeste Steine verwenden, und womöglich solche, die nach Gestalt der Kocherwand geformt sind. Wenn sich nämlich nur eine Fuge, eine Oeffnung in der Auskleidung befindet, durch welche die unter Druck stehende Säure dringt, so kann, ehe man es bemerkt, ein Theil des Kessels völlig zerfressen sein. Erfahrung hat auch gezeigt, dass der obere höchste Theil des Kochers am meisten in Gefahr ist, dass das im obern Theil des Kochers befindliche Schwefligsäure-Gas leichter den Weg durch die Bekleidung findet als die flüssige Lauge im übrigen Theil. Jedenfalls erfordern die obern Blechplatten die meiste Ausbesserung und Erneuung, und es dürfte wenige Mitscherlich-Kocher geben, an denen solche nicht ersatzbedürftig geworden sind. Wenn dessen ungeachtet noch keine gefährlichen Explosionen solcher Kocher vorgekommen sind, wird dies der Vorsicht zuzuschreiben sein, mit welcher die Auskleidungen nach jeder Kochung untersucht, ausgebessert, und schadhafte Bleche rasch erneut werden.

Mannloch-Deckel werden mit gutem Portland-Cement auf eine Dicke von 20 bis 30 mm gut ausgegossen oder mit Blei geschützt.

Kocher mit einfacher Ausmauerung geben viel Wärme an die atmosphärische Luft ab. Dieser Wärme-Ausstrahlung wird vorgebeugt, wenn man den Kocher an seiner Aussenfläche *d* (Fig. 1515) mit einer guten Wärmeschutzschicht umgiebt. Ein gutes, leicht zu beschaffendes Wärmeschutzmittel erhält man, wenn man 1 kg Kartoffelstärke mit 1 kg Roggenmehl in kaltem Wasser zu einem Brei aufrührt und mit kaltem Wasser auf etwa 300 l verdünnt, unter Beigabe von etwa $^1/_2$ kg gut gereinigten Kuhhaaren, 1 kg Rüben-Syrup und etwa 80 kg Infusorien-Erde. Diese klebrige Masse wird schichtenweise aufgetragen, und zwar muss die vorhergehende Schicht bereits trocken sein, bevor eine weitere aufgeklebt werden darf. Bei Ausführung dieser Arbeit soll der Kocher nur wenig warm sein; wird die Masse zu rasch getrocknet, so hält sie nicht.

Im allgemeinen wird man sich mit einer etwa 5 cm dicken Schicht begnügen. Abfallen oder Abbröckeln wird vermieden, wenn man die Schutzschicht *f* mit einem Mantel *g* aus der Länge nach liegenden Gipslatten, die durch Bandeisenringe *h* fassartig zusammengezogen werden, umgiebt. Mit gleicher Masse werden die Dampfleitungen bis zum Eintritt in den Kocher umgeben. Statt diese Leitungen mit Gipslatten einzubinden, bestreicht man auch die Schutzkruste etwa dreimal mit Leinölfirniss und bindet schliesslich die ganze Kruste mit Packtuch ein.

Mitscherlich lässt den Dampf nicht frei in den Kocher strömen, sondern erhitzt dessen Inhalt mit Dampf, der durch schlangenförmig gebogene Röhren strömt. Diese Dampfleitungen müssen aus möglichst säurefestem Metall bestehen. Als solches kommt meistens Hartblei in Anwendung, welches nach Mitscherlichs amerikanischem Patent Nr. 284319 aus einer Legirung von Blei und Antimon besteht. In neuerer Zeit wurde dasselbe auch vielfach durch Kupfer ersetzt. Blei bietet der Einwirkung von Schwefligsäure den grössten Widerstand, hat aber auch den Nachtheil, dass es weich ist, und die Wandungen der im Kocher liegenden Bleirohre desshalb sehr stark gehalten werden müssen. Hierdurch wird das Gewicht der Rohre sehr gross, die Beschaffung theuer und die Heizkraft gering, und man ist gezwungen, bei Anwendung von Hartbleirohren eine sehr grosse Heizfläche herzustellen. Damit die Bleirohre beim Füllen und Leeren des Kochers nicht beschädigt werden, hat man sie vielfach mit gelochten kupfernen Schutzblechen *a* (Fig. 1515) gedeckt.

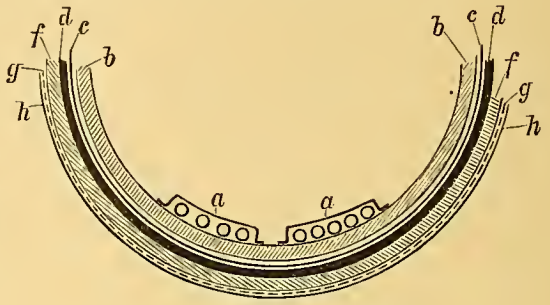


Fig. 1515.

Die Anwesenheit solcher Schutzbleche erschwert das Reinigen des Kochers, weil sie nach jeder Kochung entfernt werden müssen. Während der Kochung lagern sich feine Holztheilchen und Fasern zwischen den auf der Ausmauerung *b* liegenden Röhren und den Schutzblechen *a* und bilden gewissermaassen eine Deckschicht auf den Rohren, welche der Wärmeabgabe höchst nachtheilig ist. Der Stoff, welcher sich unter den Schutzblechen lagert, wird gewöhnlich schwarz und verunreinigt leicht den guten Stoff.

Diese nachtheiligen Eigenschaften sollen guten gezogenen Kupferrohren nicht anhaften. Da Kupfer die Wärme sehr gut leitet, so kann die Gesammtheizfläche bei Kupferleitungen bedeutend kleiner gehalten werden als bei Hartbleirohren. Für den als Beispiel gewählten Kocher sind bei Hartbleirohren etwa 60 qm Heizfläche, bei Kupferrohren dagegen nur ungefähr zwei Drittel hiervon, also etwa 40 qm nöthig, und die lästigen Schutzbleche fallen ganz weg. Man nimmt die Kupferrohre am besten von 70 bis 80 mm Durchmesser und 3 mm Blechdicke mit Messing- oder Bronzeflanschen und Kupfer- oder Bronzeschrauben. Als Dichtungsmittel für die Flanschen eignen sich am besten Ringe aus Weichblei.

Die Anordnung einer solchen Kocherheizung ist in Fig. 1516 in der Ansicht von oben, in Fig. 1517 in Aufriss-Schnitt gezeigt.

Die Skizzen lassen erkennen, dass die Kocherheizung aus zwei von einander unabhängigen Schlangen besteht. Sollte während des Kochens ein Rohr undicht

werden, so wird einfach die Schlange, in welcher das schadhafte Rohr sich befindet, abgeschlossen und die Kochung mit der andern zu Ende geführt. Sie wird dann allerdings mehr Zeit beanspruchen, im übrigen aber doch ziemlich normal verlaufen. Das Undichtwerden einer Leitung macht sich durch den unangenehmen stechenden Geruch, der sich entwickelt, sofort bemerkbar, und es wird dem Kocheraufseher leicht sein herauszufinden, in welcher Schlange das schadhafte Rohr liegt. Dieses Undichtwerden einer Leitung wird selten vorkommen, wenn man die Dampfleitung nach jeder Kochung genau untersucht.

Fig. 1516.

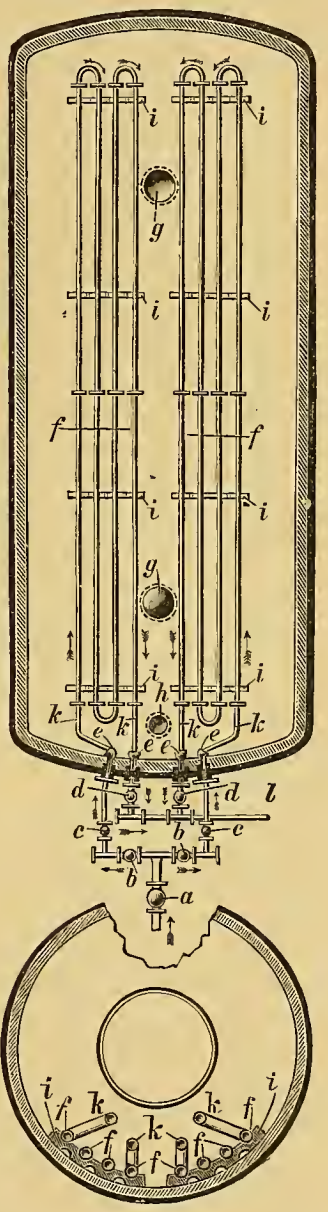



Fig. 1517.




Falls die Heizschlange in einen offenen Warmwasserbehälter mündet und an diesen ihr Kondenswasser abgiebt, so zeigt sich dort sofort der stechende Geruch von schwefliger Säure, wenn solche irgendwo in die Dampfschlange gelangt. Die Flanschen der Abdampfleitungen sind gewöhnlich auch nicht so dicht, dass etwa vorhandene Schwefligsäure nicht durchdringen und sich der Nase bemerkbar machen könnte. Um ganz sicher zu gehen, schraubt man auch in jede aus dem Kocher kommende Abdampfleitung ein kleines Dampfhähnchen, welches man zeitweise öffnet, um zu riechen, ob alles in Ordnung ist.

Die »Dampfschlangen« liegen im untern Drittel des Kochers. Die Buchstaben der Zeichnungen bedeuten:

- *a* Reduktions-Ventil mit Manometer;
- *b* Dampf-Einström-Ventile der beiden Heizschlangen;
- *c* Rückschlagventile;
- *d* Abdampf-Regulir-Ventile;
- *e* Einführungs-Krümmerstutzen;
- *f* Dampfschlangen aus Kupfer;
- *g* Entleerungslöcher;
- *h* Lauge-Ablass-Stutzen;
- *i* Rohrträger aus Bronze oder Blei;
- *k* Anschlussrohre aus Hartblei.

Zu- und Abströmung des Dampfes ist durch Pfeile bezeichnet. Der Dampf tritt bei *a* ein, bei *l* aus und wird durch gewöhnliche gezogene Dampfleitung (oder auch Kupfer- oder Bleirohr) nach dem Speisewasser-Behälter im Dampfkesselhaus geleitet. Es ist zu empfehlen, in diese Abdampfleitung einen sogenannten Kondenstopf einzuschalten. Die Durchbohrungen für die Ein- und Ausführungs-Krümmer-Stutzen stehen, wie Fig. 1517 zeigt, auf verschiedener Höhe, und zwar so, dass nicht alle vier Löcher in derselben Blechtafel liegen. Wären alle vier Durchbohrungen nebeneinander in einer Blechtafel, so würde diese unnöthiger Weise

geschwächt. Fig. 1518 ist ein Einführungs-Stutzen im Längsschnitt, Fig. 1519 zeigt die Art der Befestigung am Kocher, wobei *a* die Kocherwand, *b* die Verbleiung, *c* die Dichtung und *d* das Mauerwerk darstellt.

Die Verbindungsrohre *k* nimmt man am besten aus Hartblei, da hierdurch der Anschluss (Fig. 1516) an den Krümmer-Stutzen *e* am leichtesten erhalten wird. Die Rückschlag-Ventile *c* sind nöthig für den Fall, dass zufällig einmal der Druck im Kocher grösser sein sollte als im Dampfkessel. Zurücktreten des Dampfes in den Dampfkessel wird dadurch vermieden. Der Druck im Kocher kann grösser werden als im Dampfkessel, wenn der Heizer nicht für genügende Dampf-Entwicklung sorgt.

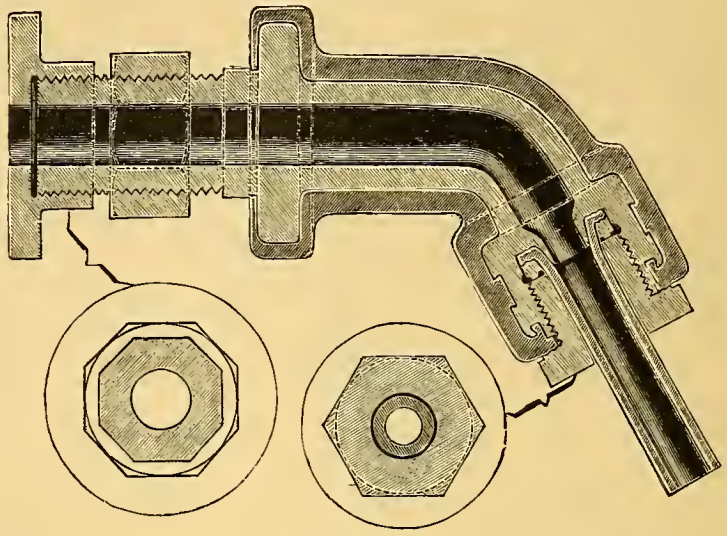


Fig. 1518.

Oft kommt es vor, dass im Grund des Kochers, also zwischen den beiden Heizschlangen, der Stoff nicht gar gekocht wird. In diesem Falle schliesse man an die eine Schlange noch ein Hartbleirohr an und lege dasselbe der Länge nach schlangenartig auf den Grund des Kochers.

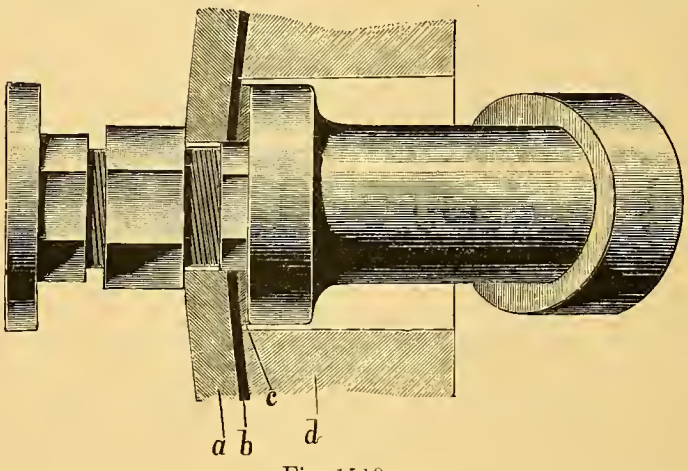



Fig. 1519.

Die von Scherrer wie vorstehend beschriebenen kupfernen Heizrohre sind vielfach durch bleierne ersetzt worden, weil sich zeigte, dass auch das beste reinste Kupfer von Schwefligsäure angegriffen wird, und braunschwarzes Schwefelkupfer abblättert, welches sich fein vertheilt und den Stoff verunreinigt. Erfahrene Fabrikanten haben desshalb ihre Kocher mit Hartbleirohren versehen und durch Anwendung genügender Längen so grosse Heizfläche geschaffen, dass dadurch deren geringere Heizfähigkeit ausgeglichen wird.

Bei einigen 1894 gebauten Mitscherlich-Kochern wurde, ähnlich wie in Fig. 1516, links und rechts ein Heizrohr nahe dem tiefsten Punkte eingeführt, in gerader Linie bis zum andern Ende gelegt und zurückgeführt. Der Rückweg ist jedoch nicht geradlinig wie in Fig. 1516, sondern die Bleirohre gehen in

Schlangenwindungen längs den Kocherwänden bis zur halben Kocherhöhe und zurück, bis sie wieder bei der Eingangswand ankommen. Von hier werden sie zum andern Ende geführt und verlassen den Kocher, nachdem sie denselben zweimal geradlinig und einmal in Windungen durchlaufen haben. Die beiden Rohrstränge treten somit an einer Stirnwand ein und an der entgegengesetzten aus. In einem Kocher von 12 m Mittel-Länge und 4 m Durchmesser wurden auf diese Art 600 bis 650 m Länge härtesten Bleirohrs von 35 mm innerem und 51 mm äusserem Durchmesser untergebracht. Schutzbleche sind nicht angewendet und werden für entbehrlich gehalten, seitdem es durch Verbesserung in der Laugenherstellung gelungen ist, die Lauge so kalkarm zu machen, dass sie nur wenig absetzt, und sich infolgedessen nur wenig Kruste auf den Rohren bildet.

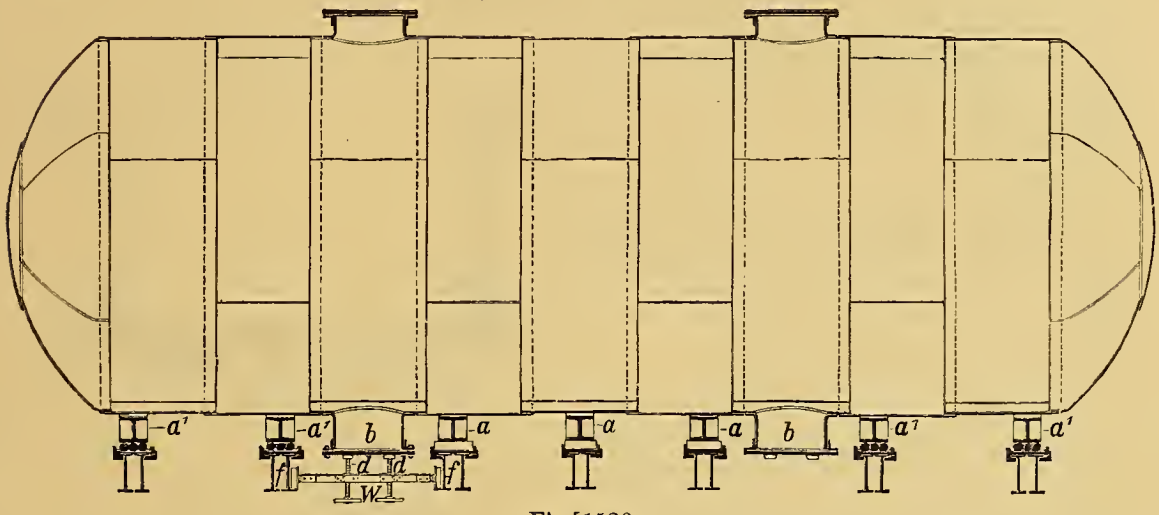



Fig. 1520.

Einige Fabrikanten benutzen die Erfahrung, dass sich auf Dampfrohren stets Krusten bilden, und wenden mit Erfolg gewöhnliche schmiedeiserne Heizrohre an. Diese überziehen sich im Innern der Kocher rasch mit schwefligsauerm und schwefelsauerm Kalk, der sich aus der Lauge absetzt und das Eisen vor dem Angriff der Schwefligsäure schützt.

Ein von der Maschinenfabrik Aktien-Gesellschaft vorm. Wagner & Co., Cöthen in Anhalt, nach Mitscherlich'scher Art gebauter liegender Kocher von 4 m Durchmesser und 12,3 m Länge ist in Fig. 1520 in 1:80 der wahren Grösse in Aufriss-Längsschnitt dargestellt. Derselbe ruht auf sieben gusseisernen Füssen $a$ $a^1$, von denen eine Ansicht in Fig. 1521 in 1:80 der wahren Grösse gegeben ist. Die äusseren vier Kocherfüsse $a^1$ ruhen auf je drei Stahlrollen von etwa 750 mm Länge und 100 mm Durchmesser, die in ihren gusseisernen Lagern nach beiden Seiten hin Spielraum haben und es dem Kocher ermöglichen, der durch Erhitzung und Abkühlung eintretenden Ausdehnung und Verkürzung zu folgen. Die mittleren Kocherfüsse $a$ ruhen auf je drei Stahlrollen, welche mit einander verbunden sind, auf sogenannten Rollentrios.

Das Oeffnen und Schliessen der unteren Mannlöcher $b$ erfolgt mit Hilfe eines Wagens $W$, der auf vier Bolzen $d$ den Deckel trägt und auf

den Füssen der schmiedeisernen Kocherträger *f* läuft. Durch Höher- oder Tieferschrauben der Bolzen *d* wird der Mannlochdeckel angepresst oder herabgelassen. Ein Mannloch *b* ist in 1:15 der wahren Grösse in Figg. 1522 und 1523 in senkrechtem Schnitt und Grundriss dargestellt. Die vier auf dem Deckel befestigten gusseisernen Hütchen *g* dienen zur Aufnahme der Bolzenenden *d*. Der mittlere Ansatz *h* verstärkt die Stelle, wo ein Hahn zum Ablassen der im Mannloch-Stutzen befindlichen Ablauge eingesetzt wird, damit diese nicht in den Zellstoff gelangt und denselben beschmutzt.

Fig. 1521.

Die Köpfe der Befestigungsbolzen *k* sind vierkantig ausgebildet, und auch die oberen Enden der Bolzen sind soweit eckig gestaltet, dass Drehung in den Mannloch-Flanschen verhindert wird, wenn man die Muttern anzieht.

In Fig. 1524 ist ein Aufriss mit den Rollen und Trägern *f* und in Fig. 1525 ein Grundriss des Wagens *W* in 1:15 der wahren Grösse gegeben, die dessen Bauart zeigen.

Fig. 1522.

Für die Behandlung und Ausbesserung der Mitscherlich-Kocher gab E. Scherrer in Nr. 30 der Papier-Zeitung von 1894 folgende Anleitung, die zum Theil auch für andere Kocher gelten kann.

Der gewissenhafte Fabrikant wird sich nicht damit begnügen, nur diejenigen Schäden zu heilen, die sich während des Kochens selbst gezeigt haben. Er wird vielmehr nach jeder Kochung den Kocher aufs Genaueste und in allen Einzelheiten untersuchen und nöthig erscheinende Ausbesserungen unverzüglich ausführen lassen. Er überzeugt sich selbst, ob der Zeiger des Säure-Manometers nach Nachlass des Druckes auf Null zurückgegangen, ob Thermometer und die verschiedenen Ventile und Armaturen keinen Schaden gelitten haben.

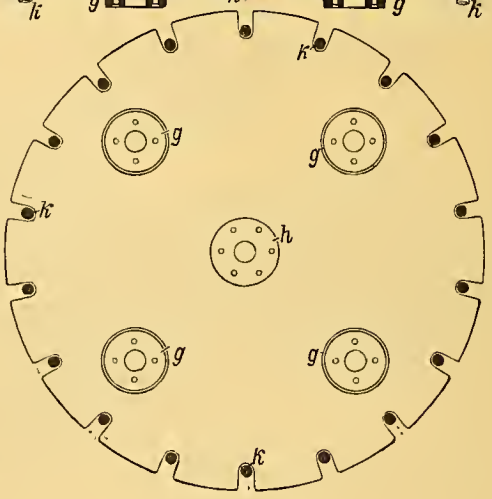


Fig. 1523.

Nach jeder Kochung sind die Heizrohre sowohl in- als ausserhalb des Kochers auf ihr Dichtsein zu untersuchen, zerfressene Schrauben, Flanschen und Dichtungen zu ersetzen, schadhafte Rohre auszubessern, anhaftende Krusten mit leichten Hammerschlägen zu entfernen. Oft kommt es vor, dass die Schrauben, womit die Rohrflanschen zusammengezogen werden, zerfressen sind, ohne dass man dies auf den ersten Blick erkennt. Der mit der Aufsicht Betraute thut daher gut, von Zeit zu Zeit eine Schraube nach der andern mit einem Schlüssel etwas zu lösen und dann wieder fest anzuziehen. Er wird wider Erwarten finden, dass gar manche Schraube an sogenanntem »ewigem Umgang« leidet, d. h. dass deren Gewindegänge zerfressen sind, vielleicht sogar die Schrauben beim Anziehen der Mutter hart an der Flansche abbrechen. Hat er alles Schadhafte an den Leitungen ausgebessert, so setzt er die Rohre durch Einlassen von Dampf unter Druck und sieht dabei bald, wo noch etwas fehlt.

Ein Hauptaugenmerk richte man stets auf die gute Erhaltung der innern Kocher-Ausmauerung, deren Fugen von Zeit zu Zeit mit bestem Portlandcement ausgestrichen werden müssen. Das Ausstreichen nützt aber nichts, wenn man dem Cement vor Wiederbeginn der Kochungen nicht Zeit giebt, gut anzutrocknen. Das Trocknen des Cementes wird beschleunigt,

wenn man den Kocherraum durch Anheizen der Dampfschlangen leicht erwärmt. Auf diese Weise ist der Kocher in etwa 24 Stunden nach beendeter Ausbesserung wieder betriebsfähig. Im oberen Drittel des Kochers, also im Gasraum, müssen die Fugen häufiger mit Cement ausgestrichen werden als im Untertheil. Nach 15 bis 20 Kochungen ist das Obertheil meist in erwähntem Sinne ausbesserungsbedürftig. Die gleiche Arbeit muss im Untertheil nach etwa 30 Kochungen vorgenommen werden.

Je nachdem der Erhaltung des Kochers die nöthige Sorgfalt gewidmet wurde, soll derselbe alle 1 bis 3 Jahre einmal auf sein Dichtsein und seine Widerstandsfähigkeit gegen innern Druck geprüft werden. Zu diesem Zwecke wird derselbe mit Wasser gefüllt und durch Einpressen von Wasser in üblicher Weise mittels einer Druckpumpe auf das Maximum des höchst zulässigen Druckes gebracht. An seinem äussern Umfange wird der Kocher nun genau unter-

Fig. 1524.

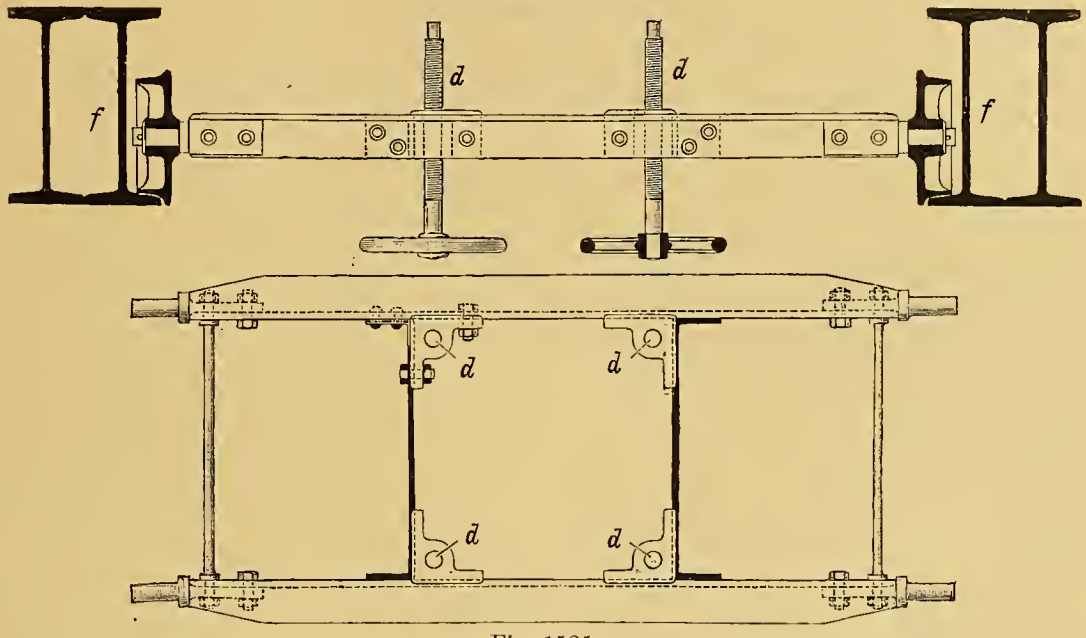






Fig. 1525.

sucht und nachgesehen, ob irgendwo Wasser austritt. Dies wird der Fall sein, wenn das Eisen irgendwo von der Säure stark zerfressen ist und den Druck nicht mehr auszuhalten vermag. Meistens wird diese Druckprobe ein befriedigendes Ergebniss liefern, was aber noch nicht beweist, dass nun alles in Ordnung ist. Die Wasserprobe zeigt nur, dass das Kesselblech nirgends von der Säure stark genug zerfressen war, um für den Augenblick Anlass zu Bedenken zu geben. Um sicher zu gehen, versuche man auch, den Bleimantel und die Ausmauerung auf ihr Dichtsein zu prüfen. Das Untersuchen des Bleimantels wäre eine leichte Sache, wenn man sich erlauben dürfte, das Mauerwerk zu entfernen. Da dies aber nicht angeht, so muss man sich nothgedrungen aufs Probiren verlegen und sich auf etwas Glück verlassen. Dabei ist vorausgesetzt, dass der Kocher an seinem Aeussern eine Anzahl extra zu diesem Behufe eingetriebener Schraubenbolzen besitzt; vielleicht in jeder oder doch in jeder zweiten Blechtafel einen Bolzen. In Fig. 1526 ist *a* der Bolzen mit seiner Bleiverpackung $a^1$, *b* das Kocherblech, *c* der Bleimantel.

Fig. 1526.

Den Kocher setzt man nun in erwähnter Weise unter einen Druck, dessen Höhe nach der Bleidicke oder der Widerstandsfähigkeit der Auskleidung zu richten ist, und schraubt nun einen Bolzen nach dem andern heraus. Tritt durch eine der entstandenen Oeffnungen Wasser aus, so beweist dies, dass, falls wir es mit einem zusammengelötheten Bleimantel zu thun haben, in der Nähe der Austrittsöffnung der Bleimantel gerissen oder zerfressen ist. Besteht der Bleimantel nur aus aufgeklebten Bleifolien, so ist im Falle des Wasseraustretens anzunehmen, dass

das Blei in der Nähe gerissen, auf alle Fälle aber das Mauerwerk schadhaft ist, oder dass beides zusammen der Fall sein wird. Wir wissen also durch diese Druckprobe, dass in der Nähe der Austrittsöffnung Ausbesserungen im Bleimantel oder im Mauerwerk vorzunehmen sind. Da sich jedoch die schadhafte Stelle nicht genau ermitteln lässt, so muss man sich wohl oder übel bequemen, um die Austrittsöffnung herum ein grösseres oder kleineres Stück Mauerwerk aufzubrechen, um dem Uebelthäter auf die Spur zu kommen.

Manchmal glaubt der Kocherwärter schon während des Kochens ungefähr die Stelle bezeichnen zu können, wo sich ein Leck in der Bleiverkleidung befinden wird. Auf diese Wahrscheinlichkeitsangaben darf man sich jedoch nicht allzuviel verlassen, da sich jeder Kocherwärter ja nur auf seinen mehr oder weniger scharfen Geruchssinn beruft.

Ist der Kocher nicht mit einer äussern Wärmeschutzmasse bekleidet, so thut man gut, denselben von Zeit zu Zeit durch Anstreichen mit Theer gegen die schädlichen Einflüsse von Feuchtigkeit und der stets entweichenden Gase zu schützen.

**540. Kochverfahren nach Mitscherlich.** In der Seiten 1423/4 abgedruckten Patentschrift ist dieses Verfahren nur kurz beschrieben, in der amerikanischen Patentschrift Nr. 284319 vom 12. Juli 1883 aber ausführlicher behandelt. Der darauf bezügliche Theil ist nachstehend in Uebersetzung wiedergegeben.

Zunächst wird das Holz von der Rinde befreit, in schmale Stücke zerschnitten und in den Kessel gebracht. Sodann wird es gedämpft, welcher Vorgang besondere Aufmerksamkeit verdient, weil davon in hohem Grade das Gelingen des nachfolgenden Kochens abhängt. Durch das Dämpfen soll das Holz nicht für die Einwirkung der Säure vorbereitet, sondern die atmosphärische Luft aus den Poren des Holzes getrieben werden, damit die Säure in die Zellen des Holzes leicht eindringe. Auf diese Weise erlangt man nicht allein eine schnellere Einwirkung der Säure auf das Holz, sondern durch die Aufnahme einer grösseren Menge der Lösung kann auch eine grössere Quantität Holz in den Kessel gebracht werden; man nutzt also den vorhandenen Raum besser aus und vergrössert die Ladung. Das Dämpfen geschieht während einer längeren oder kürzeren Zeit je nach Art des Holzes. Ist das Holz frisch gefällt und feucht, so lässt sich die Luft in verhältnissmässig kurzer Zeit austreiben; ist es aber hart und trocken, so wird eine längere Einwirkung des Dampfes erforderlich. Das Austreiben der Luft wird ferner beschleunigt durch Einführen der Lösung von schwefliger Säure, wobei eine schnelle Kondensation und Abnahme des Druckes im Kessel stattfindet. Man hat aber dabei Acht zu geben, dass die Temperatur während des Dämpfens nicht über 100° steige, da praktische Versuche erwiesen haben, dass ein vortheilhaftes Dämpfen bei höherer Temperatur nicht eintritt. Dies Dämpfen des Holzes ist ganz verschieden von dem Dämpfen, welches man vor dem Schleifen des Holzes anwandte, da in letzterem Falle eine chemische Wirkung angestrebt und dem Stoff eine bräunliche Farbe mitgetheilt wird. Nachdem das Holz ordentlich gedämpft worden ist, wird der Kessel mit der schwefligen Säure beschickt.

Die Menge der organischen Stoffe, welche verarbeitet werden soll, muss zu dem Konzentrationsgrade der Säure in einem bestimmten Verhältnisse stehen. Dieser ist verschieden und hängt von gewissen Bedingungen bei der Herstellung der Säure ab. Besteht zwischen den organischen Substanzen und der schwefligen Säure das richtige Verhältniss nicht, und ist z. B. eine ungenügende Menge organischer Substanzen vorhanden, so schlagen sich in der Faser unlösliche Salze nieder, welche nur mit Schwierigkeit ausgewaschen werden können. Ist z. B. zweifachschwefligsaurer Kalk zu der Lösung benutzt, so kann sich schwefligsaurer Kalk bilden, der nur schwer löslich ist. Wird dann solcher Stoff zu Papier verarbeitet, so wird man darin später Knoten bemerken. Ueberdies braucht man für solchen Stoff beim Bleichen viel grössere Mengen Chlorkalk, sodass die Kosten des Bleichens beträchtlich erhöht werden. Befindet sich dagegen eine zu grosse Menge organischer Substanzen in der Säurelösung, so wird das Produkt nicht weich genug, d. h. nicht hinreichend aufgeschlossen. Die besten Verhältnisse sind durch Versuche zu ermitteln, indem man von Zeit zu Zeit eine kleine Probe aus der oben beschriebenen Ablassröhre entnimmt und untersucht.

Während des Kochens muss Temperatur und Kochdauer streng beobachtet werden. Der erste Theil des Kochens besteht in einer langsamen, zunehmenden Wirkung der Lösung, so dass alles, was vom Holz aufgenommen ist, wieder ersetzt werden kann. Dies findet am besten bei einer Temperatur von nicht mehr als 108° statt.

Hiernach findet eine schnellere Wirkung statt: bei einer Temperatur, die nach und nach bis auf 118° erhöht ist. Besonders gegen das Ende des Kochens hat man Acht zu geben, da dies Hand in Hand mit dem Ablassen der schwefligen Säure vor sich geht. Wird die schweflige Säure abgelassen, so wird die Wirkung ebenso aufgehalten, wie beim Erniedrigen der Temperatur. Wenn man die verschiedenen Stufen der Umwandlung gut beobachtet, indem man von Zeit zu Zeit Proben entnimmt und diese mit geeigneten Reagentien versetzt, kann man sich über

die Menge der noch im Kessel befindlichen wirksamen Lösung Gewissheit verschaffen. Ist z. B. zweifachschwefligsaurer Kalk benutzt und die Probelösung mit Ammoniak versetzt, so zeigt sich ein Niederschlag, indem durch das Ammoniak oder eine ähnliche chemische Substanz ein Theil der schwefligen Säure in Lösung erhalten bleibt, und der schwefligsaure Kalk als Niederschlag zu Boden fällt. Die Salze, welche sich im regelrechten Verlauf des Verfahrens bilden, werden nicht niedergeschlagen. Aus dem Niederschlag kann das Verhältniss der wirksamen Lösung leicht bestimmt werden. Ist der Niederschlag nur etwa $^1/_{16}$ des Volumens der Probelösung, so ist der Zeitpunkt zum Ablassen der schwefligen Säure gekommen.

Sobald die Lösung durch Dampf, den man in den Kessel einlässt, hinausgedrängt wird, sinkt die Temperatur bis auf 100°, und auch der Druck lässt gleichzeitig nach. Ist der Niederschlag im Probeglas nur $^1/_{32}$ der Probe, so ist das Kochen vollständig beendet, und die Lösung muss schnell abgelassen werden. Ein noch geringerer Theil beweist, dass das Kochen zu weit geführt wurde, und dass keine organischen Stoffe mehr vorhanden sind, und in solchem Falle würde sich freie Säure, wahrscheinlich Schwefelsäure bilden und der organischen Masse eine schädliche braune Farbe mittheilen.

Zur sicheren Führung des Kochprozesses durch die verschiedenen, sehr wichtigen Stufen und Temperaturen ist ein Kessel von grossen Dimensionen und mit der beschriebenen Einrichtung vortheilhaft. Eine höhere Temperatur würde zwar den Prozess beschleunigen, aber auch höheren Druck bedingen, und der auf diese Weise gewonnene Zellstoff würde nicht allein in Qualität, sondern auch in Zähigkeit und Menge zurückstehen.

Der chemische Vorgang, welcher während des Kochens stattfindet, ist etwa folgender: Die schweflige Säure wird durch einen Theil des Sauerstoffs des Zellstoffes und der organischen Stoffe höher oxydirt zu Schwefelsäure, welche sich unter normalen Verhältnissen mit den Basen, die vorher mit der schwefligen Säure vereinigt waren, verbindet. Bei schlechter Führung des Prozesses würde sich freie Säure in der Lösung bilden und auf die Faser zerstörend einwirken. Neben der freien Säure und ihrer Verbindung bilden dann auch die inkrustirenden Substanzen sehr schädliche Verbindungen mit Gerbsäure. Für die regelrechte Ausführung des Prozesses ist es Hauptbedingung, dass die Schwefligsäurelösung frei von polythionen Salzen ist, da letztere während des Kochens einen braunen Niederschlag auf dem Holz bewirken, sodass dasselbe hart bleibt und die Kochung missglückt. Zu gleicher Zeit nimmt die Temperatur stark zu, und die dem Kessel entnommenen Proben zeigen eine abnorm schnelle Abnahme von schwefliger Säure in der Lösung. Die polythionen Säuren entstehen gewöhnlich infolge der Gegenwart freier Schwefeldämpfe während des Röstens. Um sie zu vermeiden, muss man Sorge tragen, dass die schweflige Säure frei von solcher Säure oder ihren Salzen erzeugt wird.

Folgende von erfahrenen Fabrikanten herrührende Darstellung einer Kochung zeigt, wie das Verfahren sich in der Fabrik gestaltet.

Nachdem der durch die vorhergehende Kochung hergestellte Sulfitstoff aus dem Kocher entfernt, dieser selbst sorgfältig gereinigt ist, und die Heizrohre auf ihre Dichtigkeit untersucht sind, schraubt man die unteren Mannlöcher zu und schüttet durch die oberen das bereit gehaltene zerkleinerte Holz ein. Um alle Theile des Kochers möglichst dicht damit zu füllen, muss man das Holz im Kocher von Arbeitern so wegpacken lassen, dass zwischen ausgeebnetem Holz und oberer Kocherwandung nur noch etwa 40 cm leerer Raum bleibt. Auch dieser Raum wird neuerdings entbehrlich gefunden und der Kocher bis obenhin gefüllt. Hierauf schliesst man die obern Mannlöcher, macht unten den Ablasshahn auf und lässt in den Kocher Dampf einströmen. Dieses »Dämpfen« hat den Hauptzweck, die Luft aus dem Kocher und dem Holz zu entfernen, wodurch dasselbe stark porös wird und die Lauge ins Innere der Stücke dringen lässt.

Nach etwa 2 bis 3 Stunden entströmt, bei etwa 98° C im Kocher, dem Ablasshahn Dampf anstatt Luft wie bisher, worauf man den Dampf-Eintritt absperrt, den Ablasshahn zumacht und die Lauge, welche vorerst auf ihre Zusammensetzung untersucht wurde, in den Kocher laufen lässt. Die Verbindung zwischen Kocher und Laugenrohrleitung muss gut dicht sein. Bald nach Eintritt der Lauge entsteht ein starkes Vakuum, welches deren Einlaufen beschleunigt, sodass in $1^1/_2$ bis 2 Stunden der Kocher voll Lauge ist und jedenfalls das Holz bedeckt.

Ist die Kochung gut gedämpft und die richtige Menge Lauge zugelassen, so sollte man glauben, es wäre alles in Ordnung. Dies ist auch meist der Fall; aber doch kommt es nicht selten vor, dass zu wenig Lauge im Kocher ist oder das Holz »schwimmt«, und dies findet man nur, wenn man sich die Mühe giebt und untersucht, indem man den oberen Mannlochdeckel oder einen zu diesem Zweck darauf angebrachten Verschluss öffnet und mit einem Stabe prüft, ob die Lauge hoch genug hinauf reicht. Diese kleine Arbeit lohnt sich gut, weil in beiden Fällen durch Einwirkung der hohen Kochtemperatur auf von Lauge unbedecktes Holz Verkohlung eintritt, d. h. »schwarzes Holz« entsteht oder entstehen und den ganzen Kocher-Inhalt verderben kann. Merkt man, dass zu wenig Lauge im Kocher ist, so muss man mehr zugeben, was, besonders bei trockenem Holz, manchmal 10 pCt. und mehr ausmacht. Das Holz verschluckt jedenfalls genug Lauge, um im obern Theil des Kochers etwas freien Raum für ausgetriebenes Schwefligsäuregas zu lassen.

Das Dämpfen, welches von manchen Fabrikanten, vielleicht auf Kosten der Gleichmässigkeit und Güte des Zellstoffs, unterlassen wird, hat noch den Nebenvortheil, dass es den Kocher und dessen Inhalt wärmt. Anderseits kostet es viel Dampf und Zeit, für die nur in gleichmässiger guter Waare ein Ausgleich gefunden werden kann. Hat man sehr nasses Holz zu kochen, so kann man das Dämpfen unterlassen, das Laugen und Anwärmen dauert aber um so länger. Manche Fabrikanten ersetzen das Dämpfen dadurch, dass sie mit einer Luftpumpe alle Luft aus dem Kocher saugen.

Die Temperatur im Kocher, welche vor dem Laugen 96 bis 98° C betrug, geht während des Laugens auf wenige Grade mehr als die Laugentemperatur zurück. Nachdem alle Lauge eingelassen ist, lässt man das eigentliche Kochen beginnen, indem man die Absperrventile der einzelnen Heizschlangen und hierauf langsam das Haupt-Dampfventil aufdreht, und zwar so weit, dass der Kocher-Inhalt in sechs Stunden etwa 60° C. hat. Dann soll die Temperatur um 4 bis 5° in der Stunde, nach zwölf bis vierzehn Stunden um 2 bis 3° vorschreiten, sodass in etwa dreissig Stunden das Thermometer auf ungefähr 120° C. steht. Von da ab steigt die Temperatur nur noch um höchstens 2° für die Stunde bis auf 124 bis 128° C., bis das Kochen in etwa 35 bis 36 Stunden beendet ist. Das Anwachsen des im Kocher herrschenden Drucks ist sehr verschieden, weil es von der in der Lauge befindlichen Menge freier schwefliger Säure abhängt, die bei höheren Temperaturen in Gasform ausgeschieden wird. Wenn sich viel Lauge mit viel freier Schwefligsäure im Kocher befindet, wird der Druck schnell steigen und schon in 18 bis 20 Stunden, manchmal noch eher, auf drei bis vier Atmosphären kommen. Für das Gelingen der Kochung ist es erfahrungsmässig am vortheilhaftesten, wenn der Druck nach sechs Stunden stündlich um etwa ein Fünftel Atmosphäre zu steigen anfängt, sodass in 26 bis 30 Stunden das Manometer $3^1/_2$ bis 4 Atmosphären zeigt. In den meisten Fabriken, in denen in nicht mehr als 40 Stunden gekocht wird, arbeitet man mit einem Druck von $3^1/_2$ bis 4 Atm.; in Fabriken, die etwa 60 Stunden zum Kochen brauchen, ist ein Druck von $2^1/_2$ Atm. hinreichend.

Bei Einführung des Verfahrens durfte ein Druck von drei Atmosphären mit einer Temperatur von 114° C. niemals überschritten werden, während man jetzt (1895), um die Kochzeit zu verringern, wie erwähnt bis vier Atmosphären und

mehr als 120° C geht, ohne dass die Güte des Zellstoffes darunter leidet. Dies gilt aber als äusserste erlaubte Grenze. Ueberschreitet der Kocherdruck $3^1/_2$ bis 4 Atmosphären oder $2^1/_2$ bis 3 Atmosphären Ueberdruck, so muss man »Gas weglassen«, d. h. ein am Kocher angebrachtes Ventil öffnen, durch welches gasförmige Schwefligsäure (welche manchmal auch Lauge mitnimmt) abgeblasen wird, wodurch der Druck und damit die Temperatur auf die gewünschte Stufe zurückgehen. Steht der Kocher stark unter Druck, so muss oft und viel Gas abgelassen werden, es entweicht also viel freie $SO_2$, welche hauptsächlich auf das Bleichen und Aufschliessen des Holzes gut einwirkt. Je weniger Gas weggelassen werden muss, um so besser, um so weisser und bleichbarer, je mehr abgelassen wird, um so weniger gut wird der Stoff besonders in Bezug auf Weisse ausfallen.

Die Wirkung der Lauge und das Fortschreiten der Kochung wird durch Ermitteln der jeweils in der Lauge befindlichen gesammten Schwefligsäure überwacht. Zu dieser Ermittlung dient das auf Seiten 1514 bis 1517 beschriebene Titriren mit Jod, zum Schluss der Kochung wendet man jedoch die Seite 1518 erwähnte Ammoniak-Probe an. Man benutzt dazu ein Reagensglas von 200 mm Länge, auf dem Theilstriche $^1/_8$, $^1/_{16}$, $^1/_{32}$, $^1/_{64}$ der Länge angeben. In dieses giebt man bis zu $^1/_{32}$ der Länge eine Mischung aus starkem Ammoniak und gleicher Menge Wasser, füllt den Rest des Glases mit Lauge aus dem Kocher und schüttelt tüchtig. Die in der Lauge befindliche freie Schwefligsäure, welche ursprünglich etwa zwei Drittel der Gesammtsäure ausmachte, und deren Gegenwart den einfachschwefligsauren Kalk, das Monosulfit, in Lösung erhält, wird durch das Ammoniak neutralisirt, und der einfachschwefligsaure Kalk fällt mit anderen Stoffen aus. Man erkennt somit an der Menge dieses Niederschlags wie viel Monosulfit noch in freier Schwefligsäure gelöst ist, wie viel die Lauge von letzterer noch enthält, wie stark sie also noch ist. Wenn der Niederschlag nur $^1/_{16}$ oder $^1/_{24}$ füllt, geht die Kochung ihrem Ende entgegen, und man fängt an Gas abzublasen, bei einem Niederschlag von $^1/_{32}$ ist das Kochen beendet. Wenn sich der Niederschlag dieser untersten Grenze nähert, muss man oft, etwa viertelstündlich, Probe nehmen, da das Kochen unterbrochen werden muss, solange sich noch freie Schwefligsäure in der Lauge befindet. An der Färbung der Flüssigkeit, der Menge, Farbe und Körnung des sich ausscheidenden Niederschlages erkennt ein geübtes Auge wie weit die Kochung gediehen ist. Auch am Geruch der Lauge, nämlich dem mehr oder weniger stechenden Geruch der freien Schwefligsäure erkennt man deren Menge und den Stand der Kochung.

Nach beendetem Kochen beginnt die Entleerung mit dem Abblasen des noch im Kocher befindlichen Schwefligsäure-Gases. Man leitet das während und am Schluss des Kochens abgeblasene Gas nach Mitscherlich's Patent (Seite 1423) in den mit Kalkstein gefüllten Thurm, worin die Lauge bereitet wird, oder in einen Kasten, welcher Wasser und aufgerührten reinen gelöschten Kalk enthält. Andere Arten der Verwerthung sind weiterhin beschrieben.

Die Dauer des Abgasens hängt vom Stande der Kochung ab und von der Stoffart, die man herstellen will. Man kann nämlich auf sehr festen aber weniger leicht bleichbaren Stoff hinarbeiten, indem man, wie oben schon angedeutet, niedrige Temperatur, also geringen Dampfdruck und weniger starke, d. h. weniger freie Säure enthaltende Lauge anwendet und zum Ausgleich länger kocht. Will man dagegen sehr weissen, also gut

bleichbaren Stoff erhalten, so nimmt man höheren Dampfdruck, also höhere Temperatur, stärkere Lauge und infolge dieser kräftigeren Einwirkung kürzere Kochzeit.

Ist das Kochen, wie bei der erst erwähnten Art, weit vorgeschritten, also auch die Lauge ziemlich erschöpft oder verbraucht, so hat man nicht lange (20 Minuten) abzugasen, um die nutzbare freie Schwefligsäure zu entfernen. Bei der zweiterwähnten Kochart kann man etwa eine Stunde vor Ablassen der Lauge schon abgasen. Der Stoff muss auch in letzterem Fall schon viel weiter »heruntergekocht«, d. h. viel freier und faseriger sein als wenn man nur auf Festigkeit arbeitet. Während des Ablassens der Lauge lässt man ebenfalls Gas weg, bis man mit dem Wasser-Zulassen beginnt.

Wenn das Gas die erforderliche Zeit lang ausgeströmt ist, und man sich durch die Ammoniak-Probe überzeugt hat, dass die Kochung vollendet ist, sperrt man die Dampfheizung ab und lässt die Lauge durch den Ablasshahn wegfliessen.

Sobald im Kocher kein Druck mehr herrscht, oder doch ein geringerer als der vorhandene Wasserdruck, lässt man sofort Wasser zulaufen, und zwar am besten, indem man wieder eine luftdichte Verbindung zwischen Kocher und Wasserleitung herstellt. Nach kurzem Zulauf von Wasser bildet sich wiederum ein Vakuum, sodass in etwa $1^1/_2$ Stunden der Kocher voll Wasser ist. Hierauf öffnet man die obern Mannlochdeckel, nimmt eine Stoffprobe heraus und lässt nach kurzem Stehen das Wasser durch Stutzen *e*, Fig. 1504, ablaufen. Man füllt den Kocher zwei- oder dreimal mit Wasser und entleert ihn, nachdem dasselbe vollständig abgelaufen ist. Dieses Entleeren erfordert viel Arbeit und Zeit, weil der Stoff von beiden Enden her zur Ausfall-Oeffnung gebracht werden muss.

Das Kochen in einem Cylinder von 4 m Durchmesser und etwa 10 m Länge nimmt demnach etwa folgende Zeit in Anspruch:

| | | |
|---|---|---|
| Füllen mit Holz . . . | 2 | Stunden |
| Dämpfen . . . . . | 4 | „ |
| Laugen . . . . . | 2 | „ |
| Kochen . . . . . | 35 | „ |
| Abgasen und Ablassen . | 3 | „ |
| 2 mal Wässern . . . . | 6 | „ |
| Leeren und Putzen . . . | 5 | „ |
| 1 Kochung . . . . . | 57 | Stunden oder rund 60 Stunden. |

Viel Zeit lässt sich dadurch sparen und das Kochen erheblich beschleunigen, dass der Heizdampf unbehindert seine Wärme an den Kocher-Inhalt abgeben kann, dass das in den Röhren entstehende Dampfwasser fortwährend durch Kondenstöpfe daraus entfernt wird usw.

Diese Kochung in 60 Stunden bedeutet eine grosse Erhöhung der Leistung eines Kochers, der bei Einführung des Verfahrens 90 bis 100 Stunden dazu brauchte. Schubert giebt in seiner »Cellulose-Fabrikation« die Zeitvertheilung dreier Kochungen, bei denen vom Anheizen bis zum Kochen 18 bis 28 Stunden vergingen und das Kochen selbst 31 bis 37 Stunden dauerte.

Dr. August Harpf beschrieb im Jahrgang 1891 der Papier-Zeitung sehr eingehend eine Reihe von Kochungen im Mitscherlich-Kocher. Eine derselben hatte er allein ausgeführt und deren Verlauf in nebenstehenden Tabellen zusammengestellt.

## Verlauf der Kochung.

| Nr. der Probe | April 1890 Kochzeit in Std. | Temperatur °C. | Druck | Mitscherlich-Probe: Kalkfllg. mm | Mitscherlich-Probe: Farbe d. Fllg. | Mitscherlich-Probe: Ammoniakal. Lauge | Jodprobe: 5 cc Lge = cc Jod | Jodprobe: % Ges. $SO_2$ | Anmerkung |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0. Beginn | 31,5 | 0. Atm. | 13 | weiss | farblos | — | — | |
| 2 | $23^1/_2$ | 98,5 | 0,85 | 33,5 | „ | fast farblos | 25 cc | 1,580 | |
| 3 | $46^1/_2$ | fast 122 | 2,05 | 27 | „ | hell bräunl. | 15,2 | 0,973 | |
| 4 | 53 | stark 124 | stark 2.5 | 27 | „ | bräunlich | 12 | 0,788 | |
| 5 | $55^1/_2$ | „ 125 | 2,7 | 20 | „ | hellbraun | 11 | 0,704 | Dampf abgestellt. |
| 6 | $61^1/_2$ | 123 | 2,6 | 19,5 | schmutzig weiss | braun | 8,8 | 0,563 | Ohne Dampf. |
| 7 | $67^3/_4$ | — | — | 14 | „ „ | „ | 8,5 | 0,544 | |
| — | wieder Dampf gegeben. | | | — | — | — | — | — | |
| 8 | 70 | 118 | fast 2,4 | 13 | gelblich weiss | braun | 7,6 | 0,480 | |
| 9 | $73^1/_2$ | 118,5 | 2,5 | 12 | „ „ | sehr braun | 7,2 | 0,461 | Der Kalkniederschlag fällt rasch zu Boden. |
| — | Dampf neuerdings abgestellt. | | | — | — | — | — | — | |
| 10 | $76^1/_4$ | stark 118 | 2,4 | 12 | bräunlich weiss | dunkelbraun | 7,0 | 0,448 | Ohne Dampf. Der Druck sinkt schnell. |
| — | $76^1/_2$ | Beginn des Uebertreibens. | | — | — | — | — | — | |
| 11 | $77^3/_4$ | fast 117 | 0,9 | 13,5 | bräunlich weiss | dunkelbraun | 6,1 | 0,390 | Abgelassen. |

In einer zweiten Tabelle theilte Dr. Harpf die Ergebnisse vieler während der Kochung ausgeführter Untersuchungen mit, von denen die wichtigeren nachstehend wiedergegeben sind.

## Ergebnisse der Kochung.

| Nummer | Kochzeit in Stunden | °C | Atmosphären | Lauge: Spec. Gewicht | Lauge: (berechnet) °Baumé | Lauge titrirt: Ges. $SO_2$ | Lauge titrirt: freie $SO_2$ | Lauge titrirt: gebd. $SO_2$ | Trocken-Substanz % | Organisches % | Asche % | % Ca O | % Mg O | % Fe O | % $SO_3$ | % Ca $SO_4$ | % Ca $SO_3$ | Anmerkung. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I | 0 Beginn | 31,5 | 0 | 1,0277 | 3,79 | 2,275 | 1,245 | 1,030 | 2,5614 | 0,2639 | 2,2975 | 0,983 | 0,015 | 0,001 | 0,146 | 0,248 | 1,888 $MgSO_3$ 0,039 $FeSO_3$ 0,008 | I = Snlfitlauge. Der Kocher ist oben offen; unten etwas undicht. |
| II | 7 | 61 | 0 | 1,0249 | 3,50 | 1,958 | — | — | 2,3650 | 0,3000 | 2,0650 | — | — | — | 0,149 | — | — | Noch immer oben off. Am 22./4 um 10 Ubr Abds. (nach $11^1/_2$ Stunden) geschlossen. |
| III | $13^1/_2$ | — | — | 1,0247 | 3.47 | 1,864 | — | — | 2,3800 | 0,4150 | 1,9650 | — | — | — | 0,157 | — | — | |
| IV | $23^1/_2$ | 101 | 0,85 | 1,0245 | 3.45 | 1.580 | 0,853 | 0,727 | 2,5830 | 0,7067 | 1,8763 | — | 0,016 | — | 0,145 | — | — | |
| V | $30^1/_4$ | 110 | 1,2 | 1,0249 | 3,50 | 1.533 | — | — | 3,0705 | 1,3360 | 1,7345 | — | — | — | — | — | — | |
| VI | $37^1/_2$ | — | — | 1,0282 | 3,95 | 1.264 | 0.727 | 0,535 | 4,0125 | 2.4040 | 1,6085 | — | — | — | — | — | — | |
| VII | $40^1/_2$ | — | — | 1,0301 | 4.21 | 1,185 | 0,667 | 0,518 | 4,4460 | 2,8300 | 1,6160 | — | — | — | — | — | — | |
| VIII | 48 | 122,5 | 2,15 | 1,0334 | 4,66 | 1,043 | — | — | 5,4180 | 3.9150 | 1,5030 | — | — | — | 0,110 | — | — | Wenig Druck, hoh. Temperatur, weil der Kocher immer vollen Dampf bat. Unten zwisch. Hut und Kesselblech stark undicht. |
| IX | 54 | fast 125 | 2,6 | 1,0358 | 4,89 | 0,822 | 0,437 | 0,385 | 6,6080 | 5,0831 | 1,5249 | — | 0,012 | 0,004 | — | — | — | 24./4. 6 Ubr Abds. Dampf abgestellt. |
| X | $61^1/_2$ | 123 | 2,6 | 1,0395 | 5,68 | 0,695 | 0,475 | 0,220 | 7,2400 | 5,8300 | 1,4100 | — | — | — | — | — | — | Kocher steht ohne Dampf. |
| XI | $72^1/_4$ | stark 118 | 2,45 | 1,0412 | 5,70 | 0,664 | — | — | 7,8475 | 6,2730 | 1.5745 | — | — | — | — | — | — | 25./4. um $8^1/_2$ Uhr früh wieder Dampf gegeben. |
| XII | $76^1/_2$ | 118.5 | 2,4 | 1,0415 | 5,74 | 0,632 | 0,506 | 0,126 | 8.1070 | 6,5360 | 1.5710 | — | 0,015 | 0,006 | 0.141 | — | — | 25./4 um $12^1/_4$ Uhr mitt. Dampf abgestellt. 3 Uhr nchm. übergetrieben. XII = Uebertreibl. |
| XIII | $77^3/_4$ | fast 117 | 0,9 | 1,0417 | 5,77 | 0,569 | 0,474 | 0,095 | 8,2788 | 6.6670 | 1,6118 | 0,752 | 0,011 | 0,007 | 0.118 | 0.211 | 0,178 | Der Druck fiel sehr rasch n. d. Oeffnen des Uebertreibventils. Um $4^1/_4$ Uhr abgelassen. XIII = Ablauge. |

Die Laugen, deren Zusammensetzung in vorstehender Tabelle angegeben ist, wurden sämmtlich beim Probeventil aus dem Kocher entnommen. Die Lauge verdankt ihre Anfangstemperatur von 31,5° dem vorhergegangenen Dämpfen, durch welches auch organische Stoffe des Holzes gelöst wurden und in die Lauge gelangten. Dieses Dämpfen wurde am 22. April von 4 bis $7^1/_2$ Uhr früh ausgeführt, dauerte also $3^1/_2$ Stunden. Der Kocher war ein liegender Cylinder, mit Blei und Mauerwerk ausgekleidet, von etwa 122 cbm Inhalt. Die Heizung erfolgte nur indirekt durch 4 Bleischlangen.

Zur Füllung dienten 60,6 rm Fichtenholz in 2,5 bis 3 cm dicken Spaltstücken von 56,6 pCt. mittlerem Trockengehalt, welches im frischen Holz 0,152 und im absolut trockenen 0,272 pCt. Asche hatte. Bei einem mittleren spezifischen Gewicht von 0,47 für Fichtenholz wiegt 1 fm = 470 kg, und nach der Annahme, dass 1 rm = 0,7 fm (vergl. Seite 1244) ist, wiegt 1 rm = 330 kg, also 60,6 rm = 19998 kg. 83,6 cbm Lauge wurden aus zwei Vorrathsbottichen gleichzeitig von $7^3/_4$ bis $10^1/_4$ Uhr Vorm. eingelassen. Die Thürme, in welchen die Lauge erzeugt wurde, waren vorwiegend mit Kalktuff und nur in den obern Stockwerken mit Dolomit gefüllt. Von Verwendung des Dolomites allein war abgegangen worden, weil derselbe infolge seiner dichten Beschaffenheit und glatten Oberfläche, die er dem Gase darbot, sich nur schlecht in der schwefligen Säure löste, viel Gas unabsorbirt durchstreichen liess und daher schwache Lauge gab. Die kohlensaure Magnesia ist ferner nicht so leicht in schwachen Säuren löslich wie der kohlensaure Kalk, und die Analysen ergeben auch unverhältnissmässig geringen Gehalt an Magnesiumoxyd. Der Dolomit umhüllte sich auch sehr gern im Thurm mit dicken Krusten, was zu Verstopfungen Anlass gab und Schwierigkeiten im Betrieb erzeugte.

Im Kocher befanden sich bei Beginn des Kochens 19998 kg Holz und 83600 kg Lauge, also etwa 24 kg Holz auf 100 kg Lauge. Damit der Druck im Kocher nicht zu rasch und zu hoch stieg, wurde oben etwas Raum frei gelassen. Derselbe wurde gewöhnlich von der Oberkante des obern Mannlochdeckels, in welchem ein Loch zum Hineinstecken eines Maassstabes gelassen worden war, welches bei der Kochung dicht zugeschraubt wurde, bis zur Oberfläche der Flüssigkeit auf 0,95 m festgesetzt. Dies ergab einen längs des ganzen liegenden Kochers sich erstreckenden Hohlraum. Da derselbe selbstverständlich Luft enthielt, wurde bei vielen Kochungen in den ersten Stunden des Ankochens oben das Uebertreibventil ein wenig offen gelassen und erst geschlossen, als ein deutlicher Geruch nach schwefliger Säure daraus hervorkam. Da die schweflige Säure in Gasform das spezifische Gewicht 2,25 (Luft = 1 genommen) besitzt, folglich bedeutend schwerer ist als Luft, so wird letztere von ersterer aus dem Kocherraum vertrieben.

Bei Beurtheilung der in vorstehenden Tabellen erläuterten Kochung ist zu berücksichtigen, dass der Kocher bei einem untern Mannloch aus einer undichten Stelle fortwährend etwas Lauge verlor, dass desshalb im Verlaufe der Kochung durch fleissige Dampfzufuhr die Temperatur verhältnissmässig rasch stieg, während der Druck nicht in gleichem Maasse vorwärts ging. Eine weitere Folge dieses Umstandes war, dass während der Kochung garnicht abgegast wurde, was sonst zwar auch nicht immer, aber doch manchmal, wenn der Druck über $3^1/_2$ Atmosph. stieg, nothwendig war.

Später wurde der Dampf abgestellt, wie aus den Tabellen ersichtlich ist, und der Kocher während dieser Zeit sich selbst überlassen. Durch dieses sogenannte »Schmorenlassen« findet eine langsamere Garkochung des Stoffes statt. Derselbe wird besser, weicher, splitterfreier und behält dabei dennoch seine dem Mitscherlich-Stoff zugeschriebene grosse Faserfestigkeit.

Aus Harpf's Tabellen sowie aus Schubert's und anderen Angaben ist ersichtlich, dass mindestens 24 Stunden vergehen, ehe die Lauge im Kocher so heiss und die Spannung so hoch ist, dass die Auflösung der Inkrusten vor sich gehen kann. Es erscheint daher natürlich, dass die Fabrikanten sich bemühen, diesen Zeitraum möglichst herabzumindern, indem sie die Heizeinrichtung verbessern. Am raschesten lässt sich die Lauge auf die erforderliche Temperatur und Spannung bringen, wenn man — entgegen den Mitscherlich'schen Vorschriften — hochgespannten Dampf unmittelbar in den Kocher leitet. Dies kann jedoch ohne Gefahr für die Stärke der Lauge nur geschehen, wenn dieselbe anfangs so stark ist, dass sie einer Verdünnung bedarf, die sie dann durch das aus dem Dampf entstehende Wasser erhält. Die Herstellung von Lauge in solcher Stärke, wie sie hierzu nöthig wäre, macht grosse Schwierigkeiten, doch ist es sehr leicht, gewöhnliche Lauge mit der auf Seiten 1513 und 1514 beschriebenen flüssigen Schwefligsäure so anzureichern, dass sie bedeutenden Zusatz von Kondenswasser ertragen kann. Einige Fabrikanten verfahren in dieser Weise, doch andere behaupten, dass man mit der verkürzten Kochzeit keinen so festen Zellstoff erziele wie mit dem unveränderten Mitscherlich'schen Verfahren, bei dem jede unmittelbare Einführung von Dampf ausgeschlossen wird.

**541. Ritter-Kellner- und andere senkrechte sowie kugelförmige Kocher.** Dr. Karl Kellner, der anfangs Drehkocher angewendet hatte, führte, wie er in Nr. 81 der Papier-Zeitung von 1894 beschrieb, mit dem Ritter-Kellner'schen Verfahren aufrecht stehende cylindrische Kocher ein. Sein Kocher besteht seitdem aus einem aufrechtstehenden Cylinder, welcher oben und unten ein grosses, mit umlegbaren Schrauben befestigtes Mannloch hat.

Er gab die indirekte Heizung auf, weil sich die in den Kochern liegenden Heizröhren rasch mit Monosulfit überziehen, dann die Wärme schlecht leiten und die Krusten in den Stoff bringen. Er führte die Wärme durch unmittelbares Einleiten von Dampf zu, wandte aber Lauge von solcher Stärke an, dass sie erst durch Verdünnung mit dem im Kocher entstehenden Dampfwasser die zum Kochen erwünschte Beschaffenheit erhielt. Dies war dadurch möglich, dass er mit seinen Einrichtungen sehr starke Laugen herstellen konnte. Neben dieser unmittelbaren Einleitung von Dampf wandte Kellner vielfach auch Heizung mit Dampfschlangen an, weil viele Fabrikanten mit indirekter Wärme festern Stoff zu erzielen glaubten. Er hält es für unnütz, das Holz vor dem Kochen zu dämpfen und hierdurch die Lauge zu verdünnen. In den mit Holz gefüllten Kocher wird vielmehr durch ein in das obere offene Mannloch gelegtes Rohr aus einem höherstehenden Behälter oder durch eine Pumpe sofort die Kochflüssigkeit in solcher Menge und Konzentration geleitet, dass sie mit dem Dampfwasser bei erreichter Temperatur von 105° C. das ganze Holz mit Flüssigkeit bedeckt. Er will auf solche Weise bei Beginn der Zersetzung des Holzes in $1^1/_2$ Stunden den Inhalt eines Kochers, der 6000 kg Stoff liefert, soweit erhitzen, wie es bei indirekter Heizung nur in viel längerer Zeit möglich ist.

Er erhitzt nun weiter bis auf etwa 109° C., sperrt dann den Dampf ab und lässt das Holz beiläufig drei Stunden lang unter der Einwirkung der heissen Lauge, damit dieselbe bis ins Innerste jedes Holztheilchens dringen kann, bevor die Temperatur weiter gesteigert wird. Dadurch soll jede Splitterbildung vermieden werden. Diese Ruhepause, welche er als »Stillstand« bezeichnet, kann natürlich je nach der Natur des Holzes und nach seinem Trockengrade verändert werden. Ganz trockenes Holz braucht gar keinen oder weniger langen Stillstand als feuchtes Holz, weil die Lösungsflüssigkeit infolge der Kapillarität schneller eindringen kann. Dann wird die Temperatur rasch auf 120 bis 138° C. gesteigert, der Dampf wieder abgesperrt und in mässigen Zwischenräumen diese Dampfzufuhr wiederholt.

Um dem Dampf leichter Eintritt zu verschaffen und den hydrostatischen Druck im Kocher zu beseitigen, lässt Kellner von Zeit zu Zeit durch das am obern Kocherhals angebrachte Abgasventil gasförmige schweflige Säure mit Dampf gemischt in die zur Gewinnung der Abgase dienenden Vorrichtungen ausströmen.

Kellner versichert, dass man mit seinem Verfahren, also mit Einleiten von direktem Dampf, ebenso zähen also auch ebenso schwer bleichbaren Zellstoff erzeugen könne wie bei Anwendung von niederm Druck und indirektem Dampf. Durch Prüfung mit Jod während des Kochens (s. Seiten 1514 bis 1517) habe man es in der Hand starken zähen oder baumwollartigen Stoff zu erzeugen. Wünscht man das erstere, so unterbreche man das Kochen bei einem Gehalt der Lauge im Kocher von 0,6, jedenfalls bei nicht weniger als 0,54 pCt freier Schwefligsäure $SO_2$; will man dagegen sehr leicht bleichfähigen, baumwollartigen Stoff fabriziren, so koche man solange fort, bis der Gehalt an freier $SO_2$ auf 0,4 sinkt. Diese Endziffer ist jedoch von den lokalen Verhältnissen jeder Fabrik abhängig. Kann man nämlich den Kocher rasch seines Inhalts entleeren, so ist es möglich, weit tiefer herunter zu kochen, bis auf 0,23 und noch tiefer. Je tiefer man herunterkocht, um so baumwollartiger und leichter bleichfähig wird der Zellstoff.

Kellner erklärt diese Erscheinung in Nr. 82 der Papier-Zeitung von 1894 mit etwa folgenden Worten:

Die Faser, welche bei niederem Druck und mit indirektem Dampf erzeugt wurde, ist fester, weil die intercellulare Substanz, d. i. derjenige Körper, welcher das Röhrchen der Faser, den Hohlraum der Zelle ausfüllt, nicht durch die Zellenwände diffundirt ist, weil unter Bedingungen gekocht wurde, welche die Diffusion nicht zulassen.

Bleibt nämlich der Gehalt der Kochflüssigkeit an anorganischen Stoffen ausserhalb der Zelle gleich hoch mit demjenigen Theil, welcher ins Innere der Zelle gedrungen ist, so liegt für letztern keine Veranlassung vor, sich durch die Membrane zu bemühen; wird jedoch, wie dies beim Arbeiten mit direktem Dampf geschieht, die Kochflüssigkeit ausserhalb der Zelle durch Kondenswassers verdünnt, so diffundirt die im Innern der Zelle enthaltene noch konzentrirtere Lösung durch die Zellenwände.

Die Wirkung dieser Diffusion ist leicht verständlich, wenn man sich die Zelle als Schlauch aus Pergamentpapier, daher enorm vergrössert vorstellt. Denken wir uns die Hülle einer Erbswurst mit Sand gefüllt und versuchen wir, die so stramm gefüllte Hülle zu biegen, so wird sie brechen. Ebenso geht es mit der im rohen Holz vollständig mit intercellularen Stoffen gefüllten Faser.

Füllen wir nun in eine solche Hülle Kochflüssigkeit einer Sulfitstoff-Fabrik und lassen sie eintrocknen, so haben wir das Bild einer Zelle, welche von einer Kochung, bei welcher die Diffusion der intercellularen Stoffe nicht vollständig erfolgt ist, herrührt.

Die Pergamentpapier-Wände dieser improvisirten Riesenzelle sind dann aneinandergeklebt durch den Verdampfungsrückstand derjenigen Flüssigkeit, welche zwischen ihnen enthalten war — und es ist selbstverständlich, dass dieselben jetzt bedeutende Festigkeit besitzen. Es ist aber ebenso selbstverständlich, dass durch eine Bleiche alle organischen Körper,

welche diese Wände zusammenkleben, zersetzt werden müssen, bevor der Farbstoff zersetzt wird — aus diesem Grunde lässt sich jener sehr feste und zähe Zellstoff schwieriger bleichen.

Führt man jedoch das Kochen soweit, dass bei der als drittes Beispiel genommenen Pergamenthülle nur eine sehr verdünnte Zellstoff-Ablauge als Klebstoff bleibt, so ist die natürliche Folge, dass diese jetzt ohnehin beinahe chemisch reine Zelle heller in der Farbe, geschmeidiger und mit geringerm Aufwand von Chlor bleichfähig ist.

Der moderne Papier-Fabrikant weiss jedoch, dass er aus dieser chemisch reinen Zelle ebenso feste Papiere machen kann, wie aus der mit intercellularen Stoffen gefüllten — und er wendet eine Prozedur an, welche ich abermals durch ein etwas drastisches Beispiel erläutern will.

Wenn man sich nämlich die als zweites Beispiel im Vorgehenden zusammengeklebt gedachten Pergamentwände als Repräsentant eines sogenannten zähen Sulfitstoffs vorstellt und sie im Verhältniss zu ihrem Durchmesser in so lange Stücke schneidet wie der Ganzzeug-Holländer dies vollbringt — und wenn man die nur wenig verklebten Pergamentwände, welche ich als drittes Beispiel eines Sulfitstoffs mit vollkommener Diffusion der intercellularen Stoffe aufgeführt habe, der gleichen Operation unterwirft und beide in Wasser einer Bewegung aussetzt, so wird man finden, dass der zähe Zellstoff eine starre, stäbchenartige Form beibehält, während der weiche Zellstoff sich in mannigfache Krümmungen schlingt. Was daher der letztern Faser an Festigkeit gegenüber der erstern abgeht, wird durch leichtere Verfilzungsfähigkeit erreicht — und der moderne Papier-Fabrikant mahlt daher einen weichen Ritter-Kellner-Zellstoff nicht, sondern trägt ihn sehr dick in den Holländer ein und lässt ihn mit stumpfen Messern längere Zeit »schmierig schlagen«.

Dies gelingt bei diesem Stoff sehr rasch, und die Wirkung ist geradezu überraschend. Ich könnte eine Reihe von Papierfabriken nennen, welche nur zähen Zellstoff verarbeiten zu können glaubten, auf meinen Rath hin diese Probe anstellten und dabei fanden, dass der scheinbar weiche Ritter-Kellner-Zellstoff, wenn er genügend schmierig geschlagen wurde, viel mehr Holzstoff bindet als der weniger verfilzungsfähige, zähe Zellstoff anderer Herkunft.

Das Kochen wird beiläufig wie folgt ausgeführt:

*Kochtabelle:*

| | | | |
|---|---|---|---|
| Füllen des Kochers mit Holz | | | 10 Minuten |
| „ „ „ „ „ mit Eintreten | | | 30 „ |
| Einfüllen von Lauge | | 20—30 | „ |
| Verschrauben des obern Mannlochs | | | 15 „ |
| Dampf bis auf 109° C. | 1 | Stunde | 30 „ |
| Stillstand | 3 | „ | — „ |
| Dampf bis auf die gewünschte Temperatur | 1— 2 | „ | — „ |
| Kochzeit mit Abgasen, Laugenablass und einige Male Dampfzuleitung | 8—14 | „ | — „ |
| Abgasen | 1 | „ | — „ |
| Ausblasen | — | „ | 15 „ |
| Wasserzutheilen und Entleeren des Rückstandes | — | „ | 30 „ |
| Reinigen des Kochers | 1 | „ | — „ |
| | etwa 21 | Stunden. | |

Man kann daher, kleine Reparaturen am Kocher eingerechnet, alle 22 bis 30 Stunden eine Kochung machen.

**Anstatt die Kocher mit kalter Lauge zu füllen, empfiehlt Kellner deren vorherige Erhitzung in einem dazu eingerichteten »Laugenspanner«, über den er Folgendes sagt:**

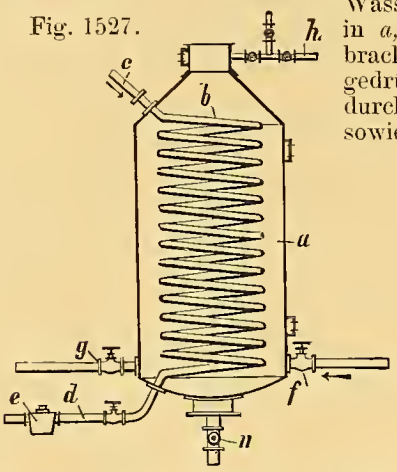
Der Laugenspanner bezweckt, die Verluste an schwefliger Säure beim Kochen, sowie die Verunreinigung des Stoffes durch Niederschläge von einfachschwefligsaurem Salz zu vermeiden.

Es ist nämlich üblich, die Kocher mit dem Holz und kalter Sulfitlauge zu beschicken und letztere mittels Dampfschlangen, Dampfmantels oder Einleitens von Dampf auf die erforderliche Temperatur zu erhitzen. Abgesehen davon, dass dieses Erhitzen lange Zeit in Anspruch nimmt, während welcher der Kocher seiner eigentlichen Bestimmung entzogen ist, findet bei diesem Erhitzen solange ein Austreiben der Schwefligsäure $SO_2$ statt, bis die entstehende Spannung weiteres Entweichen des Gases verhindert — und bei diesem Austreiben von $SO_2$ fällt immer eine proportionale Menge von Monosulfit der Lösung aus.

Diesem Uebelstand wird dadurch abgeholfen, dass man die Lösungsflüssigkeit in einem besondern Gefäss bis über den Siedepunkt erhitzt und dann in den bereits beschickten Kocher eintreten lässt. Das während des Erhitzens der Lauge abgeschiedene Monosulfit wird dann durch Einleiten der an $SO_2$ reichen Kocher-Abgase wieder aufgelöst.

Das in Fig. 1527 skizzirte senkrechte Erhitzungsgefäss *a* enthält eine Heizschlange *b*, in welche man durch Rohr *c* Dampf strömen lässt und durch Rohr *d* und Kondenstopf *e* das Dampf-Wasser ableitet. Die Lauge wird durch Rohr und Ventil *f* in *a*, und nachdem sie auf die gewünschte Temperatur gebracht wurde, durch Oeffnen von Ventil *g* in den Kocher gedrückt. Die durch Erhitzen ausgetriebene $SO_2$ gelangt durch Rohr *h* in die Kondensation; das hier gebildete Kondensat, sowie die aus den Kochern kommenden kondensirten Abgase

Fig. 1527.



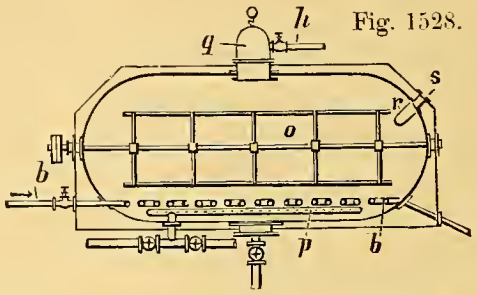




Fig. 1528.

werden wieder in das Erhitzungsgefäss gepumpt, um das abgeschiedene Monosulfit zu lösen. Mittels Rohrs und Hahns *n* kann das Gefäss, wenn wünschenswerth, völlig entleert werden.

Fig. 1529.

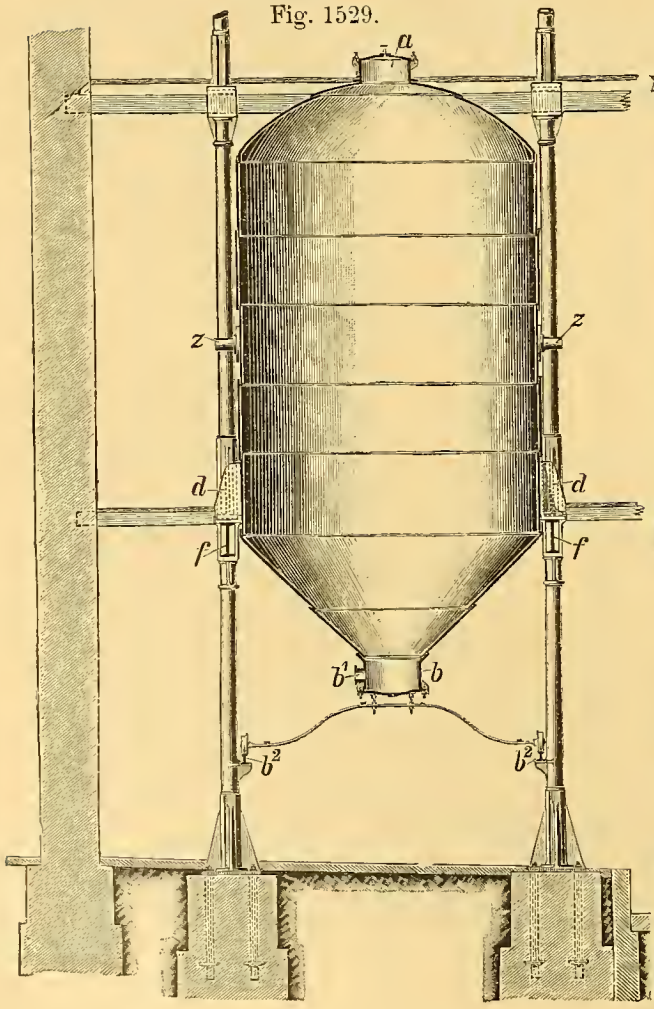
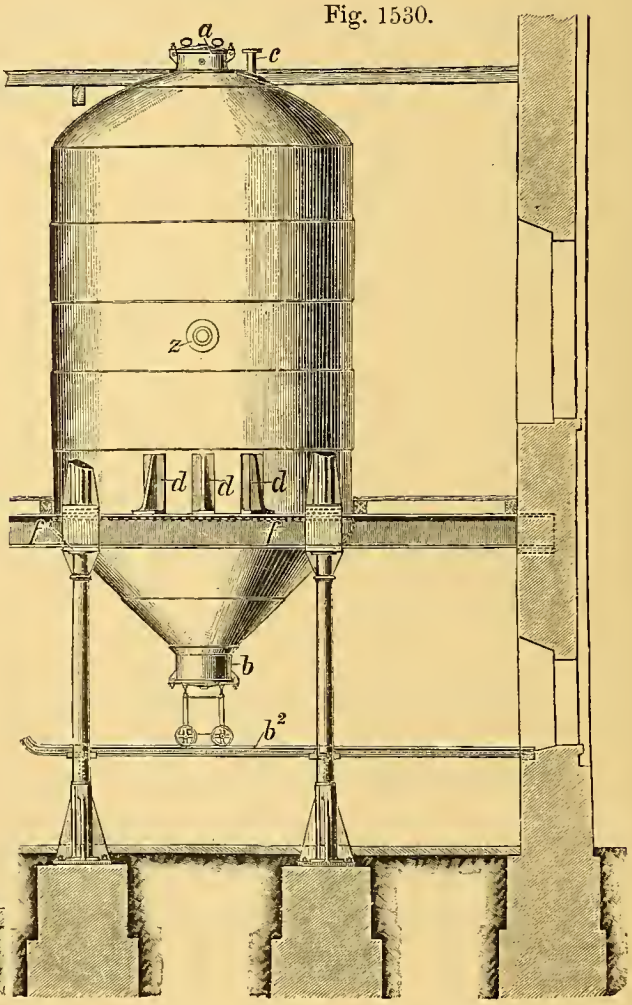



Fig. 1530.



In dem liegenden Erhitzer Fig. 1528 veranlasst ein Rührwerk *o*, dass sich das Monosulfit in Pulverform statt in Krustenform ausscheidet. Zur Einführung der Lauge ist unter der Heizschlange *b* ein gelochtes Rohr *p* vorhanden, und ein oben angebrachter Dom *q* gestattet entsprechende Ausdehnung der Lauge, sowie Ableitung der ausgetriebenen $SO_2$ durch Rohr *h* nach der Kondensation. Als besondere Eigenthümlichkeit weist dieser Laugenerhitzer einen isolirenden Blechmantel *r* auf, welcher mit einem Oelsacke *s* zur Aufnahme eines Thermometers versehen ist.

Ein von der Maschinenfabrik Aktien-Gesellschaft vorm. Wagner & Co. in Cöthen gebauter senkrechter Kocher ist in Aufriss-Schnitt und Ansicht in 1:100 der wahren Grösse in Figg. 1529 und 1530 dargestellt. Das obere Mannloch *a* ist zum Füllen, das untere *b* zum Entleeren. Ein Rohransatz *c* auf der obern Wölbung dient zur Aufnahme eines Sammelstutzens, welcher alle zum Dampf-, Säure- und Wassereinlassen, Abblasen von Gas nöthigen, sowie Sicherheits- und Manometer-Ventile trägt. Durch den seitlichen Rohransatz $b^1$ des untern Mannlochs wird die Lauge abgelassen, und das Loch im Deckel von *b* nimmt einen Hahn auf, aus welchem die im Mannlochhals angesammelte Lauge abfliessen kann. Das Abnehmen und Ansetzen des Mannlochdeckels *b* wird durch einen Wagen von der in Figg. 1524 und 1525 dargestellten Art erleichtert, der so gebaut ist, dass seine Rollen auf Schienen $b^2$ laufen können, die auf besonderen an den Säulen befestigten Trägern liegen. Der Kocher ruht mit drei auf jeder Seite angenieteten Füssen *d* auf von den Säulen und den Wänden getragenen I Eisen *f*. Die Zapfen *z* zu beiden Seiten des Kochers erleichtern das Umlegen desselben, wenn er verbleit und ausgebessert und zu diesem Zweck waagrecht gelegt werden muss.

Fig. 1531.

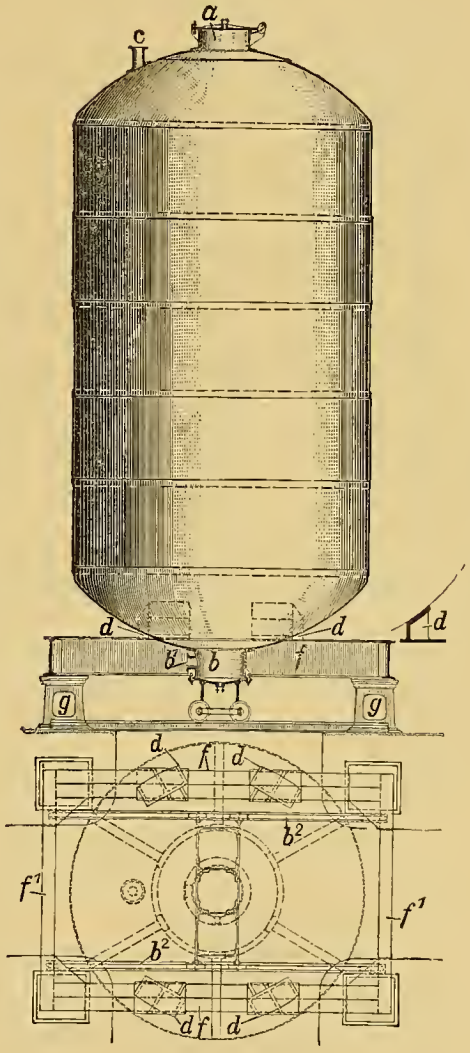



Fig. 1532.

Dem in Figg. 1531 und 1532 in Auf- und Grundriss in 1:100 der wahren Grösse dargestellten Kocher stehen keine Säulen als Träger zur Verfügung. Derselbe ruht mit seinen 4 Füssen *d* auf doppelten I Trägern *f*, die durch einfache $f^1$ zu einem von gusseisernen Eckstücken *g* getragenen Rahmen vereinigt sind. Der Wagen für den untern Mannlochdeckel läuft hier auf Schienen $b^2$, die auf den I Trägern $f^1$ ruhen. Die andern Theile sind mit denselben Buchstaben wie in Figg. 1529 und 1530 bezeichnet.

Der cylindrische Theil von 4 m Durchmesser beider Kocher besteht aus 17 und 18 mm, Boden und Decke aus 20 mm starkem Blech.

Die Trichterform des Kocher-Bodens der Bauart Figg. 1529/30 gestattet leichte rasche Entleerung und bietet der in dem Kocher unterzubringenden Heiz-

schlange sichere Auflage, giebt jedoch bei gleicher Gesammthöhe weniger Füllraum als der Kocher Figg. 1531/2 mit gewölbtem Boden. Man kann auf das Kubikmeter Kocherraum ein Ergebniss von 80 bis 90 kg Zellstoff bei jeder Kochung annehmen und daraus leicht die Leistungsfähigkeit der Kocher berechnen.

Nach dem Ritter-Kellner'schen und anderen Verfahren wird in solche Kessel wie die vorstehend beschriebenen der Dampf meist unmittelbar geleitet, und das entstehende Dampfwasser verdünnt die Lauge. Letztere muss daher, um die erwünschte Wirkung zu erzielen, so stark in den Kessel kommen, dass sie durch das Dampfwasser erst die richtige Zusammensetzung erhält. Es ist jedoch nicht mit jeder Einrichtung möglich und jedenfalls schwierig, die Lauge in der hierzu nöthigen Stärke herzustellen. Noch schwieriger ist es, die Zufuhr von Dampf so zu regeln, dass er die Lauge im Kocherinhalt auf die erforderliche Temperatur bringt und dabei genau die zur Verdünnung nöthige Wassermenge zuführt. Man verfügt nämlich nicht immer über gleich hoch gespannten und gleich trockenen Dampf und hat desshalb zu gewärtigen, dass derselbe zu wenig oder zu viel Wasser mitbringt. Da aber das Aufschliessen des Holzes und mithin der Erfolg des Verfahrens in erster Linie von der richtigen Zusammensetzung der Lauge abhängt, so wird der Betrieb durch unmittelbare Einführung von Dampf sehr erschwert. Die geringe Ersparniss an Kochzeit und Anlagekapital, welche man durch Einführung von direktem Dampf und Vermeidung von Heizschlangen erzielt, erscheint unwesentlich im Vergleich zu der beschriebenen Unsicherheit betreffs der Zusammensetzung der Lauge.

Die damit gemachten Erfahrungen haben auch dazu geführt, dass die tüchtigsten Fabrikanten das Einleiten von direktem Dampf aufgeben oder auf das Anheizen beschränken.

Senkrechte Kocher werden desshalb neuerdings, in ähnlicher Weise wie die beschriebenen waagrechten Mitscherlich'schen, mit Hartblei-Röhren versehen, welche ringsum an der Ausmauerung oder Verbleiung liegen und bis zur Mitte der Höhe reichen. Die Ablagerung von Monosulfit auf diesen Dampf-Röhren wird durch Verwendung möglichst kalkfreier Laugen und der Verlust an Kochzeit durch Vorwärmung der Lauge mit Abgasen vermindert. Die Gleichmässigkeit der Lauge, sichere Arbeit und der hierdurch erzielte gleichmässigere bessere Zellstoff bieten reichlichen Ausgleich für den durch indirekte Heizung entstandenen Aufwand an Zeit und Kosten.

Senkrechte oder stehende Kocher lassen sich leichter und rascher füllen und entleeren und nehmen weniger Grundfläche in Anspruch als waagrecht liegende. Dagegen kann man in waagrecht liegenden die zur Auskleidung dienenden, an der Kocherwand befestigten Bleibleche leicht zusammenlöthen, indem man die Kocher vor ihrer Festlegung nach Bedarf so um ihre Längsachse dreht, dass der zu löthende Theil der Bleiverkleidung unten liegt. Da man Bleibleche in senkrechter Lage nicht zusammenlöthen kann, so muss man stehende Kocher, um sie mit Blei auszukleiden, in waagrechte Lage bringen und wie Mitscherlich-Kocher so um ihre Längsachse drehen, dass die zu löthenden Stösse der Bleibleche stets unten liegen. Da die Bleiauskleidung häufig, manchmal nach 6 Monaten, erneut werden muss, so ist auch ebenso häufiges Waagrechtlegen der senkrechten Kocher nöthig. Dieses Umlegen erfordert — wenn dasselbe auch im Plan der

Anlage vorgesehen ist, und zweckmässige Einrichtungen dafür getroffen sind — viel Arbeit, Zeit und Kosten. Es würde die stehenden Kocher unvortheilhaft erscheinen lassen, wenn man nicht durch Ausmauerung der Kocher dahin gelangt wäre, die Bleiauskleidung entbehrlich zu machen oder so zu schützen, dass sie selten einer Ausbesserung bedarf.

Die obersten Bleche der Kocher werden erfahrungsgemäss am meisten angegriffen, weil sich das schwefligsaure Gas im obersten Theil ansammelt und am leichtesten einen Weg durch die Auskleidung findet. Hierzu kommt der Umstand, dass es sehr schwierig ist, diesen obern Theil haltbar auszumauern. Um die Ausmauerung zu erleichtern und haltbarer zu machen, ist die Gestalt der Kocher vielfach abgeändert worden. So hat die Zellstoff-Fabrik Waldhof bei Mannheim, die ursprünglich das Kellner'sche Verfahren angenommen hatte, nach Griffin and Little's Chemistry of Papermaking ihren Kochern die in Fig. 1533 skizzirte Form gegeben. Die eingeschriebenen Maasse sind Millimeter. Bei dieser Form soll das unter starkem Druck vorkommende Federn oder Biegen des Kochers, welches Sprünge in der Ausmauerung hervorruft, weniger eintreten. Die Auslässe an beiden Enden sind mit Blei oder Bronze ausgekleidet. Jedes in oder unter der Ausmauerung liegende Bronze- oder Bleirohr könnte durch seine stärkere Ausdehnung Sprünge darin hervorrufen.

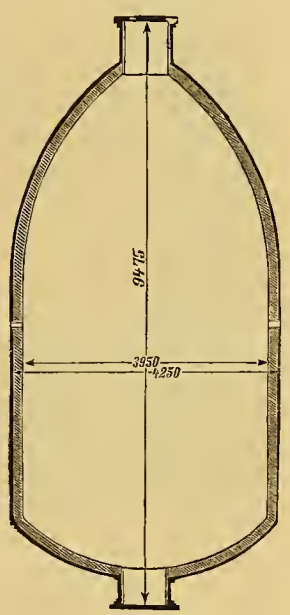


Fig. 1533.

Neuere in den Vereinigten Staaten von Amerika aufgestellte Kocher sind oben und unten etwa eiförmig, also mit Enden von der ungefähren Form des oberen Theils von Fig. 1533 versehen, jedoch mit dem Unterschied, dass die Kurven nicht schon so nahe der Mitte anfangen, dass also ein grosser cylindrischer Theil in der Mitte bleibt.

Nach dem in Deutschland unter Nr. 71048 patentirten Verfahren von Adolphe Suelzer in Monfourat par les Eglisottes (Gironde) kommen Schwefligsäure, Lauge und Wärme in einer Reihe von Kochern wiederholt zur Verwendung, werden also gründlich ausgenutzt. Umstehende Fig. 1534 zeigt drei Kocher *A B C* einer solchen Einrichtung.

Von der verbleiten Pumpe *f* mit Porzellankolben nach Robert Meyer's Patent, deren Ansicht in Fig. 1535 gegeben ist, geht ein waagrechtes Rohr *d* aus, in welches für die Kocher *B C* usw. Absperrventile $e^1$ $e^2$ geschaltet sind. Die Ventile $a^1$ $a^2$ jedes Kochers sind verbleit, wirken gleichzeitig als Saug- und Druckventile und können auch als Absperrventile benutzt werden.

Nehmen wir an, dass Kocher *A* mit Holz beschickt, mit Sulfitlauge von 4° Bé gefüllt, unter Druck gestellt und auf die Anfangstemperatur gebracht ist, so wird während dieser Zeit auch *B* mit Holz und Lauge von 4° Bé gefüllt.

Damit man nun Dampf in den Kocher *A* lassen und dadurch dessen Temperatur um 15 bis 20° erhöhen kann, muss vorher durch Ablassen von Schwefligsäure-Gas Raum darin geschaffen werden. Dies geschieht, indem man an Kocher *B* das Hauptventil $e^1$ der Hauptrohr-Leitung *d* und das untere Ventil $a^2$ öffnet, sämmtliche andern Ventile aber geschlossen lässt.

Nachdem die genannten Ventile geöffnet sind, wird das obere Ventil $a^1$ an Kocher *A* langsam und nur etwas geöffnet. Das Gas strömt dann aus Kocher *A* nach *B* und Kocher *A* erhält Dampf-Zufuhr.

Nun wird Kocher *C* mit Holz beschickt und mit Lauge von 3 bis $3^1/_2$° Bé gefüllt.

Kocher *A* wird dann wieder durch Ablassen von Schwefligsäure-Gas und Zufuhr von Dampf auf seine höchste Temperatur gebracht und das Gas, wie vorher, in Kocher *B* geleitet.

Nachdem Kocher *A* geschlossen ist und seine höchste Temperatur erreicht hat, wird Kocher *B* unter Druck gesetzt und auf seine Anfangs-Temperatur erhitzt. Dies erfolgt schnell, weil durch das Einströmen der heissen schwefligsauren Gase nicht nur die vorhandene Lauge an freier schwefliger Säure bereichert, sondern auch die Normal-Temperatur der Lauge bedeutend erhöht worden ist.

Sollte es nöthig werden, von Kocher *A* nochmals Gas fortzulassen, so leitet man dasselbe auf gleiche Weise wie in Kocher *B* in Kocher *C*, andernfalls aber, um gleichmässigen Umlauf der Lauge in Kocher *A* zu erreichen, setzt man die Pumpe *f*, nachdem das untere Ventil $a^2$ und obere $a^1$ vollständig geöffnet ist, in Gang.

Die Lauge wird von unten durch Stutzen *k* und Rohr *p* abgesaugt und oben durch Rohr *d* und Ventil $a^1$ wieder eingedrückt, auf die ganze Fläche des Holzes durch eine im Innern des Kochers angebrachte Brause *b* vertheilt und dies solange fortgesetzt, bis das Kochen beendet ist.

Nun wird behufs Entleerung des Kochers *A* der ganze oder theilweise Druck dadurch aufgehoben, dass man dessen schweflige Säure in den Kocher *C* leitet und in diesem mit dem Kochen beginnt.

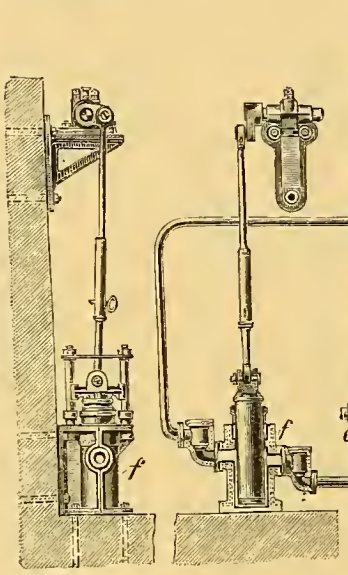



Fig. 1535.

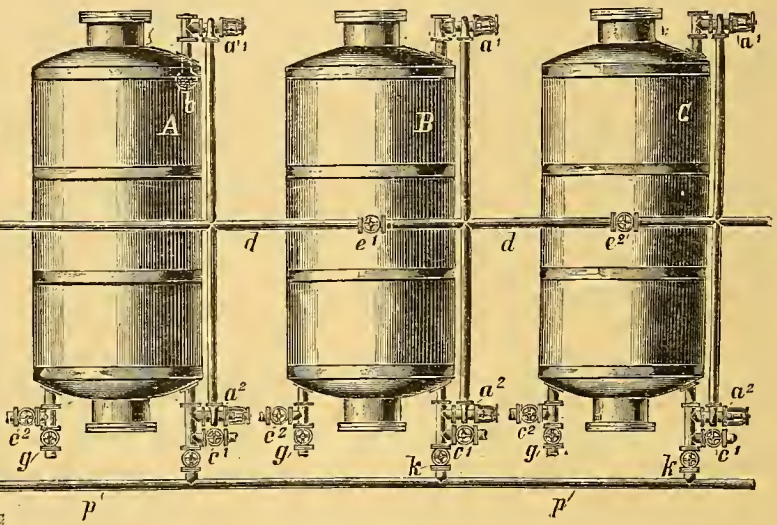



Fig. 1534.

Inzwischen ist der nicht gezeichnete vierte Kocher *D* mit Holz und Lauge gefüllt und nimmt die Gase und Dämpfe von Kocher *B* auf, und so geht es fort von einem Kocher in den andern, überhaupt in jeden beliebigen, in den man die Gase leiten will. Man hat nur die richtigen Ventile zu öffnen und zu schliessen. Ventile *g* dienen zum Ablassen des Waschwassers.

Durch dieses Verfahren soll gleichmässig gekochter und leicht bleichbarer Stoff und Ersparniss an Schwefel, Brennstoff und Chlorkalk erzielt werden.

Sind nur bis vier Kocher vorhanden, so kann es vorkommen, dass der überschüssige Druck oder die heissen Gase eines Kochers nicht mehr in einem zweiten Aufnahme finden können. Dann empfiehlt es sich, einen dicht verschlossenen, verbleiten, mit einer grösseren Menge Lauge gefüllten Behälter (alten Kessel oder dergl.), welcher mit der Hauptrohr-Leitung *d* verbunden und mit einem nach dem Thurme mündenden Abzugsrohr versehen ist, aufzustellen. Auf dem Boden dieses Behälters wird ein Hartbleirohr angebracht, welches mit kleinen Löchern versehen ist, um das mit Druck eintretende Gas oder die Lauge auf die ganze Fläche zu vertheilen und Bewegung der Lauge möglichst zu verhindern. Die Gase werden von der Lauge aufgenommen und letztere dadurch vorgewärmt. Sollte eine übrigens sehr leicht vermeidbare Bewegung der Lauge dennoch vorkommen und Gas aus der Flüssigkeit aufsteigen, so geht es trotzdem nicht verloren, sondern durch das Abzugsrohr in den Thurm.

Der zum Erwärmen des Kocher-Inhalts nöthige Dampf wird durch Ventile $c^1$ und $c^2$ entweder unmittelbar in den Kocher oder in die aus Figg. 1536 und 1537 ersichtliche Dampfschlange geführt. Aus diesem Auf- und Grundriss eines Kochers mit Heizschlange ist ersichtlich,

dass der Dampf durch Röhren *l* und je drei davon ausgehende Ventile *m* in ebensoviele Schlangenrohre *S* ein- und herausgeht. Dieselben Figuren lassen auch erkennen, dass das Eisen des Kessels innen mit Blei ausgeschlagen und diese Bleischicht mit Chamotte- oder Cementmasse geschützt ist. Die Heizschlangen reichen etwa bis zu halber Höhe des Kochers. Ventil *g* dient auch hier zum Ablassen des Waschwassers.

Röhren, Ventile, Pumpen und Stutzen sind nach Robert Meyer's Patentverfahren in der Weise aus Hartblei hergestellt, dass man dieses zwischen einen Kern und eine aus zwei oder mehr Theilen zusammengeschraubte Hülle aus Rothguss, Gusseisen usw. giesst. Durch Auseinanderschrauben der letztern kann man den Bleikörper blosslegen und auf Dichtheit prüfen. In Fig. 1538 ist ein solches Hartbleirohr mit Hülle dargestellt.

In der Fabrik zu Monfourat in Frankreich, welche dies Verfahren seit $1^1/_2$ Jahren anwendet, sind Hartbleirohre von 65 mm lichter Weite und 8 mm Wandstärke zur Anwendung gekommen und haben sich bewährt. Die Firma P. Suckow & Co., Breslau, welche die alleinige Vertretung des Verfahrens für Deutschland hat, zieht jedoch Rohre mit getheilten gusseisernen Hüllen nach Fig. 1538 vor.

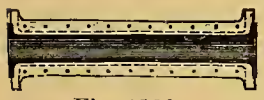
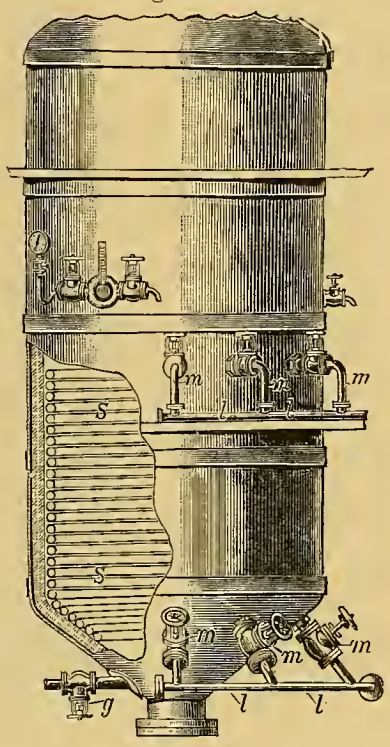


Fig. 1538.

In Monfourat sollen durch das Verfahren 40 bis 50 pCt. Kohle und 30 bis 50 pCt. Schwefel erspart worden sein. Die Papierfabrik Baienfurt in Württemberg hat dasselbe gleichfalls angenommen. Ueber die damit erzielten Erfolge konnte Verf. (1895) nichts erfahren.

Der wesentliche Vortheil, den nach der Patentschrift das Verfahren bieten soll, besteht in der Wiederbenutzung der Abgase. Dieser kann jedoch, wie weiterhin erklärt, auch dadurch erreicht werden, dass man die Abgase unmittelbar in die zum Kochen bestimmte Lauge oder in Kalkmilch zur Neuherstellung von Lauge leitet. Das Einleiten der Abgase in ausserhalb der Kocher befindliche Lauge ist nach vorstehender Beschreibung häufig auch beim Suelzer'schen Verfahren erforderlich, und die dazu nöthige Einrichtung wird nicht erspart. Dagegen sind zur Verbindung der Kocher untereinander eine Menge Röhren, Hähne, Pumpe u.s.w. nöthig, die nicht nur die Anlage vertheuern und erhebliche Unterhaltungskosten verursachen, sondern auch den Betrieb erschweren. Als grösster Nachtheil des Verfahrens erscheint es jedoch, dass man beim Ueberblasen von Gas aus einem Kocher in den andern die Zusammensetzung der Lauge nicht mehr so beherrscht, wie es bei Anreicherung der Lauge und Ausnutzung der Abgase ausserhalb der Kocher möglich ist.

Fig. 1536.



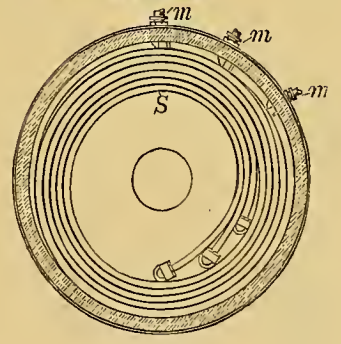




Fig. 1537.

Die Herstellung eines Umlaufs der Sulfitlauge in den Kochern durch ausserhalb befindliche Pumpen ist, wie die Erfahrung mit stehenden Kochern zeigt, nicht erforderlich, da sich das Holz auch ohne solchen in verhältnissmässig kurzer Zeit weich kochen lässt. Dagegen werden Anlage und Betrieb durch säurefeste Pumpen, Röhren, Ventile u.s.w. vertheuert. Hierzu kommt, dass man Sulfitlauge nicht wie Wasser herumbewegen darf, weil sie leicht Monosulfit und Gips absetzt, welche die Röhren verstopfen.

Griffin & Little haben, wie sie in ihrem Buche *The Chemistry of Papermaking* sagen, Monate hindurch mit Kochern gearbeitet, bei denen mittels Injektors rascher Umlauf der Lauge veranlasst wurde, ohne dass ein den vermehrten Kosten entsprechender Vortheil bemerkbar gewesen wäre. Sie sind der Ansicht, dass Pumpen oder andere Hilfsmittel, welche von aussen oder im Kocher stärkern Umlauf der Lauge veranlassen, keinen Nutzen bringen.

**542. Innere Auskleidung von Sulfitkochern.** Im Anfang der achtziger Jahre, als das Mitscherlich'sche Verfahren sich ausbreitete, arbeiteten viele Fabrikanten in anderer Weise und mussten auch ihre Kocher auf andere Art gegen die Einwirkung der Schwefligsäure schützen. Sie waren hierzu durch die Art ihrer Kocher genöthigt, bei denen sich Mitscherlich's Auskleidung nicht anwenden liess, und auch um dessen Patentrechte nicht zu verletzen.

D. O. Franke in Korndal bei Moelndal in Schweden, und nach ihm viele Andere hatten waagrechte Drehkocher von etwa 40′ Länge und 7′ Durchmesser aus Stahlblech, die auf Rollen lagen und durch deren Reibung gedreht wurden. Das Innere dieser Kocher war mit zusammengelöthetem, 5 mm dickem Bleiblech ausgeschlagen, welches von innern Spannringen in seiner Lage gehalten wurde. In die Kocherwand war auf jedes Quadratmeter Oberfläche mindestens ein nadelweites Loch gebohrt, durch welches Schwefligsäure ausströmte, sobald die Bleiverkleidung in seiner Nähe schadhaft wurde und Lauge durchliess. Das ausströmende Gas oder die Lauge machte sich sofort durch stechenden Geruch bemerkbar und zeigte, dass die Bleiauskleidung in der Umgebung des Loches einer Ausbesserung bedurfte. Kocher dieser Art dienten viele Jahre lang, gaben jedoch Veranlassung zu häufigen Ausbesserungen. Nach jeder Kochung musste die Auskleidung untersucht und in den meisten Fällen von einem Bleilöther wieder instandgesetzt und nach etwa 6 bis 9 Monaten die ganze Bleischale durch eine neue ersetzt werden. Alle diese Arbeiten waren nicht nur kostspielig, sondern verminderten auch durch die vielen Stillstände die Leistungsfähigkeit der Kocher um etwa ein Drittel.

Zur Beseitigung dieser Missstände wurde vielfach Kesselblech angewandt, mit dem auf einer Seite Bleiblech fest vereinigt war. Die aus solchem »homogen verbleiten« Eisen hergestellten Kocher hielten jedoch nicht was die Erfinder versprachen, weil sich Blei und Eisen bei Temperatur-Veränderungen ungleich ausdehnen und zusammenziehen. Der Ausdehnungs-Koefficient des Bleis ist 0,0000295 gegen 0,0000123 des Eisens, also mehr als doppelt so gross. Das Blei zieht infolgedessen bei Temperaturerhöhung vom Eisen weg, es kreppt, d. h. wird faltig und verändert sich nach und nach derart, dass es den erforderlichen Schutz nicht mehr bietet und das Eisen an manchen Stellen freigiebt.

In den Vereinigten Staaten von Amerika wandte man aus Bronze, d. h. meist aus 9 Theilen Kupfer auf 1 Theil Zinn hergestellte Kocher an, die der Einwirkung der Schwefligsäure widerstehen und dadurch die grossen Kosten der Anschaffung aufwiegen sollten. Das 37 mm dicke Bronze-Blech wurde jedoch, besonders im obern Theil der Kocher, von der Säure angegriffen — wie die Amerikaner sagen »aufgezehrt« — sodass die Kocher keine 2 Jahre aushielten. Als dann im Frühjahr 1891 in Carrolton, Ohio, und am 11. Oktober 1892 in den Orono pulp mills in Orono bei Bangor in Maine ein solcher halb aufgezehrter Kugelkocher explodirte und grosse Zerstörung anrichtete, war es mit Anwendung von Bronzekochern vorbei.

Viele Erfinder bemühten sich, Bleiplatten ohne Löthung in dauerhafter Weise an dem Blech der Kocher zu befestigen. Eine amerikanische Bauart aus dem Jahre 1885 ist beispielsweise in Fig. 1539, oben in äusserer Ansicht, unten im Schnitt dargestellt. Danach besteht Kocher *A* nur aus zwei in Längsflanschen *a* zusammengenieteten Hälften. Fig. 1540 giebt einen Querschnitt des Kochers *A* und Fig. 1541 zeigt die Art seiner Auskleidung mit Bleiblech. Die Eisenbleche der beiden Kesselhälften sind an gusseiserne Längsflanschen genietet, zwischen welche die Bleiauskleidung *c* eingebogen und festgeklemmt wird. Damit es gleichzeitig als Dichtung dienen kann, wird das Bleiblech *c* an den zwischen die Flanschen tretenden Stellen etwas kannelirt, sodass die Erhöhungen des einen Bleches in die Vertiefungen des andern treten. Ausserdem wird noch eine besondere Asbest- oder andere Dichtung *d* dazwischen gelegt. Der obere Theil des Kessels ist zu einem Dampfdom *b* zusammengezogen, und der untere Theil endet mit einer Verengung, damit der dort befindliche falsche Boden kleiner wird und die Auskleidung besser Stand hält. Am untern Ende des Kessels liegt die Bleiverkleidung nicht dicht auf dem Eisenblech, sondern bleibt etwas davon entfernt, damit sich etwaige durch die Bleiverkleidung dringende Flüssigkeit, sei es Wasser oder Säure, unten sammeln und von dort abgelassen werden kann. Würde diese Flüssigkeit zwischen dem Blei- und Eisenblech bleiben, so könnte sie sich beim Wiederanheizen, d. i. bei der folgenden Kochung, in Dampf verwandeln und das Bleiblech nach innen aufblähen.

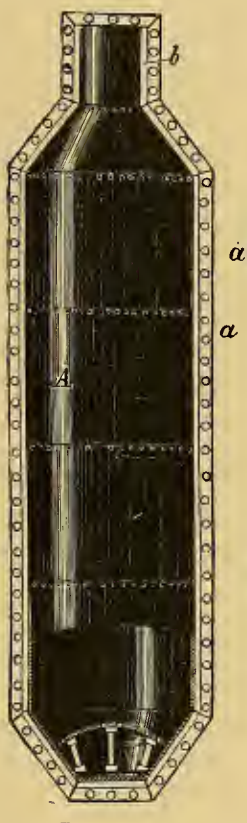
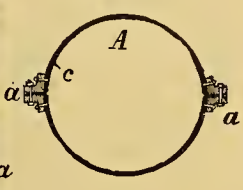


Fig. 1539.

Fig. 1540.



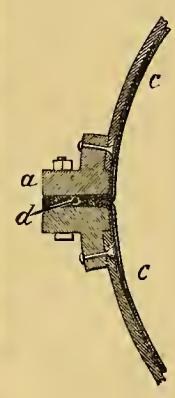



Fig. 1541.

Nach Griffin & Little's Chemistry of Papermaking waren die ersten in den Vereinigten Staaten von Amerika eingeführten Kocher (von 500 Pfd. engl. Stoffinhalt) im obern Theil ringsum mit einer Aussparung von der in Fig. 1542 dargestellten Art versehen, in welche die Bleiauskleidung gepresst wurde, um festgehalten zu werden. An dieser Stelle barsten die Bleiplatten ihrer grossen Fläche wegen sehr rasch und leicht.

Fig. 1542.

Eine Auskleidung ähnlicher Art wurde in der Fabrik in Providence, Rhode Island, Amerika, benutzt, welche nach Eckman's Verfahren mit doppeltschwefligsaurer Magnesia arbeitete. Sie ging an der in Fig. 1543 skizzirten Bauart der Kocher zu Grunde, die aus senkrecht aufeinander sitzenden gusseisernen Ringen von $6^1/_2$ bis 7′ Höhe und 2′ Durchmesser bestanden, deren Bleiauskleidung zwischen den Flanschen festgeklemmt wurde. Das Blei reisst aber zuerst da, wo es mechanisch festgehalten wird, also hier an den Flanschen, besonders wenn der Stoff unter Druck ausgeblasen wird.

Dr. Karl Kellner belegte seine senkrechten Kocher anfangs mit Bleiplatten, welche an Hartbleistreifen gelöthet wurden, die in schwalbenschwanzförmigen Nuthen zwischen die Bleche des Kochers gefügt waren. In Fig. 1544 ist beispielsweise

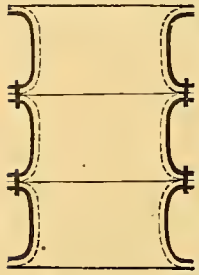


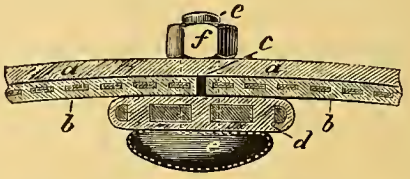
Fig. 1543.

*C* der Hartbleistreifen, *A* das Kesselblech, *B* Bleiauskleidung, *J* Lasche zur Verbindung der Kesselbleche *A* und $A^1$. Oder die Bleiplatten wurden mit leichtflüssigem Metall an die Kocherwände selbst gelöthet. In den deutschen Patenten Nrn. 34074 und 37025 sind diese und andere Befestigungsarten geschützt.

Fig. 1544.

In der Papierfabrik von Olive & Partington zu Turn Lee bei Glossop, England, wurde Holz in den achtziger Jahren mit Sulfitlauge in Kugelkochern behandelt, von deren Wandung Fig. 1545 ein kleines Stück in grösserem Maassstab und Fig. 1546 ein grösseres Bruchstück zeigt. Die Stahlwand *a* des Kochers ist innen mit Platten *b* belegt, die aus Blei mit innerem Eisengitter bestehen. Sie werden hergestellt, indem man vielfach gelochte Eisenplatten auf einer Seite mit Bleiblech belegt und von der andern Seite geschmolzenes Blei aufgiesst, welches durch die Löcher dringt und innige Verbindung des Ganzen bewirkt.

Fig. 1545.




Die Fugen zwischen den Platten sind mit Streifen *d* von gleicher Zusammensetzung überdeckt, die von mit Blei verkleideten Bolzen *e* nebst Muttern *f* aufgepresst werden. Herr Partington hat die Streifen *d* durch chemisch reine Kupferstreifen mit Unterlage von Asbest oder reinem Kautschuk ersetzt, die sich bei vielmonatlichem Betriebe unverändert erhielten. Erfahrungsmässig soll Kupfer der Einwirkung von schwefliger Säure gut widerstehen, wenn es chemisch rein, und Kautschuk, wenn er unvermischt ist.

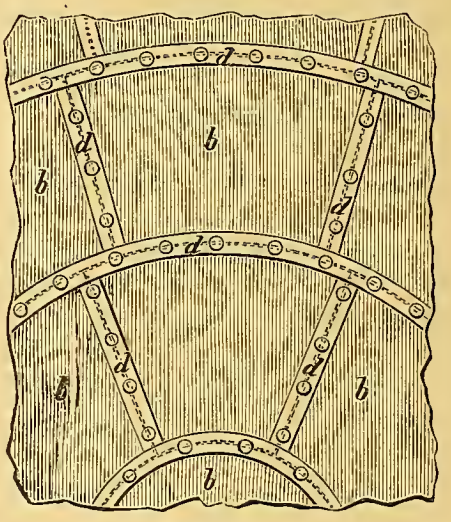



Fig. 1546.

Die einzelnen Platten *b* haben unter dem Dichtungsstreifen *d* Spielraum *e* zur Ausdehnung, also auch keine Veranlassung, sich im Ganzen zu werfen. Diese Ausdehnung wird den Platten noch dadurch erleichtert, dass man die Bolzen *e* nicht fest anzieht, sondern das Andrücken der Streifen *d* dem innern Dampfdruck überlässt.

Aus dem Umstand, dass auch die Partington'sche durch Patente geschützte Auskleidung keine Verbreitung erlangt hat, und dass die von Herrn Partington mitgeleitete Kellner Partington Co. Sulfitkocher anderer Art benutzt, darf man wohl schliessen, dass sich auch diese Kocher nicht dauernd bewährt haben. Das verschiedene Verhalten von Blei und Eisen bei Ausdehnung und Wieder-Zusammenziehung lässt sich durch keinerlei künstliche Zusammenstellung unschädlich machen und bewirkt, dass Bleiblech allein keinen

dauernd genügenden Schutz für Eisen bietet, welches abwechselnd sehr verschiedenen Temperaturen ausgesetzt wird.

Mitscherlich hatte dies schon erkannt und versah desshalb seine Kocher mit einer Ausmauerung aus säurefesten Steinen und bestem Portland-Cement. Tüchtige deutsche Sulfitstoff-Fabrikanten fanden solches Mauerwerk so widerstandsfähig, dass sie Kocher bauten, die gar keine geschlossene Eisenschale hatten, sondern in der Hauptsache nur aus Betonmauerwerk mit innerem Eisengerippe bestanden, wie die amerikanische Patentschrift Nr. 360484 genau beschreibt. Die Kocher bewährten sich nicht und sind nur der Vollständigkeit wegen hier angeführt.

Dr. Karl Kellner wendete Ende der achtziger Jahre eine Auskleidung an, die auf der Doppelzersetzung zwischen Natriumsilikat und Calciumbisulfit beruhte, indem sich daraus Natriumsulfit und Calciumsilikat bilden, von denen letzteres die Poren der aus beliebigen gegen Schwefligsäure $SO_2$ widerstandsfähigen Stoffen zusammengesetzten und mit Wasserglas angemachten Masse verstopft.

Da solche Auskleidungen infolge der Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Kocherwand Risse bekamen, so wendete Kellner zwei Schichten an und legte eine dünne Bleifolie zwischen dieselben. Anstelle sogenannter säurefester Steine, die er leicht zerstörbar fand, benutzte Kellner als innere Lage der Auskleidung Hartglasplatten, die auf einer Seite durch Quarzpulver rauh gemacht waren, damit sie an der Masse hafteten.

Viele Fabrikanten haben mit der von Wilh. Wenzel in Wien eingeführten Auskleidung gute Erfahrungen gemacht. Dieselbe wird seit Wenzel's Tod von dessen Nachfolger, C. Schlimp, Wien I, ausgeführt und bestand früher aus einer geheim gehaltenen Masse aus anscheinend viel Thon oder Chamottepulver und Cement und einem darin eingebetteten Eisendrahtgerippe nach Art der von Monier eingeführten. Seit 1890 ist das Monier-Gerippe verlassen, Herr Schlimp stellt seine Auskleidung aus getrockneten, nicht gebrannten Steinen her, die nach der Gestalt des Kochers angefertigt sind, und verbindet dieselben unter sich, sowie mit dem Kocher durch einen Mörtel, welcher aus derselben chamotteartigen Masse wie die Steine und aus Wasserglas gemischt ist. Für Kocher von 2,5 m Durchmesser werden die Steine 6 cm dick, für 3 m Durchmesser 8 cm und bei noch grösserem Durchmesser 10 cm dick genommen. Die Herstellung einer solchen Auskleidung erfordert 5 bis 10 Tage, je nach der Grösse des Kochers, der dann in Betrieb gesetzt werden muss. Nach den etwa 10 bis 15 ersten Kochungen müssen die Fugen ausgebessert werden, und erst wenn die Auskleidung ganz dicht ist, wird sie mit säurefesten glasirten Platten belegt. Der zur Ausbesserung der Fugen dienende Mörtel aus dem chamotteartigen Pulver und Wasserglas muss stets frisch bereitet werden, da er sehr rasch erhärtet. Die Masse soll dabei immer fester werden, und nur in je 2 bis 3 Monaten soll ein Zeitaufwand von 6 bis 10 Stunden zum Ausbessern der Platten-Fugen nöthig sein.

Zahlreiche Mischungen aus Cement, Wasserglas, Chamottemehl, Thonerde, Quarzsand, Asbest usw. sind patentirt und auch benutzt worden, doch hat, soweit Verfasser erfahren konnte, keine eine Auskleidung geliefert, der man sorglos vertrauen konnte.

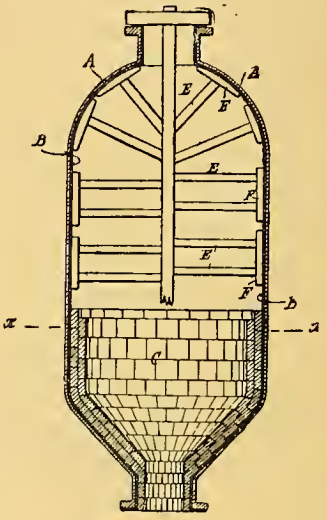
Eine von Partington und Dr. Kellner erdachte Auskleidung wird wie folgt beschrieben:

Das Kesselblech wird zuerst innen von allem Rost und Schmutz durch Abstossen, Waschen mit verdünnter Alkali-Lösung und Säure und dann mit Wasser befreit. Nach dem ursprünglichen Verfahren wird dann eine erste Schicht aufgetragen, die aus gewöhnlichem, gepulvertem blauem Schiefer, wenig Portland-Cement und starker Lösung von Wasserglas in einer Mörsermühle gut gemischt wird. Diese Masse wird etwa $^1/_2$ Zoll dick so aufgetragen, dass ihre Oberfläche zum Anhaften der folgenden Schicht rauh bleibt. Die zweite Schicht besteht aus gleichen Theilen gemahlenem Schiefer und Portland-Cement, gemischt mit Wasser oder schwacher Wasserglas-Lösung. Die dritte Schicht ist nur Portland-Cement, mit schwacher Soda-Lösung gemischt.

Eine Verbesserung dieses Verfahrens besteht darin, dass für die erste Schicht gepulverter Schiefer mit gepulverten Ziegelsteinen und Wasserglas gemischt wird. Hierauf kommt dann eine zweite und letzte Schicht aus einem Theil gepulvertem Schiefer, zwei Theilen gepulvertem Glas und einem Theil Portland-Cement und Wasserglas-Lösung von etwa 20° Twaddell. Diese letzte Schicht kann auch in Form von Platten aufgetragen werden, während die erste noch klebrig ist. Solche Platten werden in hölzernen Formen etwa 18 Zoll Quadrat und von der innern Rundung des Kochers hergestellt. Man kann statt der letzteren auch Platten aus gebrannter Erde verwenden, oder Platten aus zähem, temperirtem Glas von 4 bis 5 Zoll Quadrat, $^1/_4$ Zoll dick, die an der untern Seite mit Sand gerauht sind, um besser an der Cementlage zu haften.

Wenn sich in einer solchen innern Auskleidung ein kleines Loch bildet, kann die Säure in das Eisen auch nur ein Loch von gleicher Grösse fressen, während sie sich bei Blei-Verkleidungen unter dem Bleiblech ausbreiten und ganze Streifen durchfressen kann. Klopft man von aussen mit einem Hammer auf den Kocher, so muss der Ton metallisch sein, wenn die Cementschicht fest am Eisen sitzt, ist sie nicht fest, so klingt der Schlag hohl.

Fig. 1547.



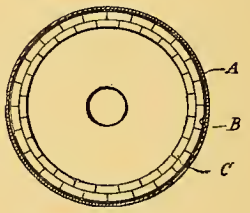




Fig. 1548.

E. Meurer, Leiter der Sulfitstoff-Anlage der Hudson River Pulp and Paper Co. in Palmer Falls, New York, beschreibt in der amerikanischen Patentschrift Nr. 514374 folgendes Verfahren zum Auskleiden der Kocher mit Blei und Mauerwerk.

Die Bleibleche werden gegen die innere Wandung des Kochers gelegt und die Ränder zusammengeschmolzen, sodass die ganze Auskleidung ein einziges hart gegen die Kocherwand anliegendes Stück bildet. Da die Bleilage nicht durch Nieten oder Cement mit der Kocherwand verbunden ist, so wird sie durch die Ausdehnungen und Zusammenziehungen der Kesselwandung bei wechselnden Temperaturen nicht beeinflusst. Sie muss aber durch eine innere Mauer aus säurefesten Steinen vor Zusammenfallen beim Abblasen des Kochers geschützt werden. Fig. 1547 zeigt einen Vertikalschnitt durch einen Kocher mit der Backsteinmauer $c$ im untern Theil. Fig. 1548 ist ein Schnitt nach $x$-$x$. Der Stahlmantel ist mit $A$ bezeichnet, die Blei-Auskleidung mit $B$.

Während der Auskleidung mit Blei bringt man den Kocher zweckmässig in waagrechte Lage. Die an die Wandung gelegten Bleibleche werden durch ein Holzgerüst mit Armen $E$ und Pflöcken $F$ festgehalten. Wenn alle Bleibleche eingetragen und durch Zusammenschmelzen ihrer Ränder zu einem Ganzen vereinigt sind, wird der Kocher senkrecht gestellt und die innere Ausmauerung vorgenommen. Im Verhältniss wie die Mauer höher steigt, werden nach und nach sämmtliche Holzpflöcke und Stützen, und schliesslich auch der Mittelbalken des Gerüstes entfernt.

In der deutschen Patentschrift Nr. 70477 beschreibt der Papierfabrikant G. Baerwaldt in Pulverkrug bei Frankfurt a. Oder sein Verfahren der Kocher-Auskleidung mit folgenden Worten:

Die Innenwand des Zellstoff-Kochers wird zunächst durch Abbeizen mit Säure und Scheuern vollständig von Oxyd und sonstigen Unreinlichkeiten befreit und darauf mit einer durch Wasser, Kali- oder Natronlauge, Wasserglas, Kalkmilch oder dergl. verdünnten Cementschicht in Stärke von einigen Centimetern versehen, wobei der in Verwendung kommende Cement entweder ganz rein oder mit reinem Kiessand, gepulvertem Glas, gemahlener Chamotte oder dergl.

vermengt sein kann. Bevor diese Grundschicht aus Cement sich alsdann gesetzt hat, verreibt man dieselbe mit einer breiigen Mischung aus Bleiglätte und Glycerin tüchtig und lässt zugleich diese letztere Schicht später die Cementschicht um eine gewisse Stärke überdecken.

Die so dargestellte Auskleidung erhärtet nach einigem Stehen verhältnissmässig rasch und bildet eine glasige, sehr harte und widerstandsfähige Kruste, welche jedes Eindringen der Sulfitlösung verhindert und dadurch den Kocher äusserst widerstandsfähig und zu einem sehr haltbaren gestaltet. Natürlicherweise wird die gesammte Innenfläche des Zellstoff-Kochers, sowie auch dessen Verschlussöffnungen usw., falls diese von Eisen oder sonst angreifbarem Metall gefertigt sind, mit denselben Schichten überzogen und verkleidet. Man kann auch das Gemenge von Bleiglätte und Glycerin direkt auf die gereinigte, metallische Kocherwandung auftragen, jedoch ist diese Manipulation des Aufbringens etwas mühsamer als auf eine voraufgegangene Grundschicht von Cement. Das beschriebene Gemenge lässt sich als Bindemittel oder Mörtel beim Ausmauern oder Auslegen der innern Kocherwandung mit säurebeständigen Steinen oder Platten verwenden.

Eine der wichtigsten Neuerungen auf diesem Gebiet ist die im Baerwaldt'schen Patent beschriebene Anwendung einer Mischung von Bleiglätte und Glycerin, die in der chemischen Grossindustrie schon lange als säurefester Kitt benutzt wird. Nach der amerikanischen Patentschrift Nr. 514197 von E. Meurer lässt sich durch einen Anstrich von Bleiglätte und Glycerin das Eisen der Sulfitstoffkocher vollständig gegen die Einwirkung der Kochlauge schützen. Der Erfinder empfiehlt, 100 Theile scharf getrocknete Bleiglätte in 12 Theilen reinem Glycerin anzureiben und den Anstrich etwa $^1/_3$ cm dick zu machen. Die Masse hat etwa die Dichte von Fensterkitt und muss schnell verwendet werden, weil sie sehr bald zu einem steinharten und gut haftenden Cement erstarrt. Durch Vermehrung des Glycerins wird die Anstrichmasse plastischer, trocknet aber langsamer. Will man den Anstrich noch durch eine Mauer im Innern des Kessels schützen, so wird als Mörtel die gleiche Mischung benutzt; sie wird fast ebenso hart wie die Steine selbst.

Alle Fabrikanten bestätigen, dass diese Mischung sich bestens bewährt. Viele verwenden dieselbe nur zum Ausfugen der aus Cement und säurefesten Steinen hergestellten Ausmauerung, andere nehmen sie trotz ihrer grösseren Kosten auch anstelle von Cement und versichern, dass sie eingetrocknet härter wird als die Steine, sodass diese eher brechen als sich in Fugen trennen, welche mit Bleiglätte-Glycerin ausgestrichen sind. Da die Masse auf reinem Eisenblech haftet, so verwenden Viele dieselbe wie von Meurer beschrieben und lassen die früher als nöthig erachtete Auslegung mit Bleiblech weg. Die Mischung von Bleiglätte und Glycerin ist ziemlich theuer und wird desshalb von erfahrenen Fabrikanten nur da angewendet, wo sie unentbehrlich erscheint. Man kleidet die Kocher dann nur mit Portland- oder anderm guten Cement aus, der selbst wieder durch säurefeste Steine geschützt ist, fugt aber nur den Theil des Kochers mit Mennige-Glycerin, der nicht stets mit Flüssigkeit bedeckt ist, weil Cement den Angriffen des Schwefligsäure-Gases weniger widersteht als der Sulfitlauge. Der untere Theil des Kochers ist dann mit Cement, der obere mit Bleiglätte-Glycerin ausgefugt.

Manche säurefeste Steine sind nicht dicht genug und lassen Säure durch ihre Poren dringen, andere widerstehen der Säure nicht genügend und geben Anlass zu Ausbesserungen. Auch die Fugen erfordern Nacharbeit, und es ist daher üblich, das Innere des Kochers nach jeder Entleerung zu untersuchen und instandzusetzen. In einer späterhin beschriebenen neuen Fabrik haben die liegenden Mitscherlich-Kocher keinen andern Schutz als Ausmauerung und sorgfältige Untersuchung, sowie Ausbesserung nach jeder Entleerung.

Manchmal gelingt es der Lauge, einen Weg zur Kocherwandung zu finden, dieselbe durchzufressen und sich aussen zu zeigen. Die Auffindung solcher Stellen wird dadurch erleichtert, dass man in die Kocherschale zahlreiche feine Löcher bohrt, wie Seite 1552 erwähnt. Anstatt nun zur Ausbesserung der schadhaften Stellen die Auskleidung aufzureissen, kann man von aussen durch Bohren einen Zugang schaffen oder eines der in Fig. 1526 dargestellten Schraubenlöcher benutzen und durch das Bohrloch mit einer Handpumpe eine Lösung von Mennige-Glycerin einpressen, welche den von der Säure ausgepressten Gang füllt und darin erhärtet. Das Verfahren wird in grossen Fabriken mit Erfolg angewendet.

In Amerika suchen die Fabrikanten hauptsächlich dadurch Erfolg zu erzielen, dass sie in möglichst grossen stehenden Kochern möglichst viele Kochungen ausführen. Da die erforderliche Temperatur durch Einleitung von direktem Dampf viel rascher als durch Heizröhren oder Dampfmantel erzielt wird, so erfolgt das Kochen meistens mit direktem Dampf. Die zu einer Kochung erforderliche Zeit wird überdies durch Anwendung warmer Lauge und durch Entleerung des Kochers mittels Ausblasens unter Dampfdruck erheblich verkürzt. Da nach dem Entleeren kein Wasser in die Kocher gelangt, so bleiben dieselben heiss, und die erste Waschung wird dadurch bewirkt, dass schon mit dem ausgeblasenen Stoffstrahl Wasser gemischt wird, oder dass dieses in dem Ausblasebottich zuläuft. Sofortige Neufüllung der heissen Kocher ist jedoch nur möglich, wenn dieselben keiner Untersuchung der Ausmauerung bedürfen, wenn Niemand ins Innere zu steigen hat, wenn also die Ausmauerung durchaus zuverlässig ist. Mit Hilfe der beschriebenen Auskleidung und unter Anwendung der erwähnten Verfahren soll es (1895) möglich geworden sein, einen stehenden Kocher zwei- bis dreimal in 24 Stunden zu entleeren!

**543. Sulfitkocher mit sich selbstbildender Schutzkruste.** Herr Herrmann Brüngger, damals Direktor der Sulfitstoff-Fabrik Cunnersdorf bei Hirschberg in Schlesien, und der Besitzer der Fabrik, Herr Dr. Ferd. Salomon, hatten wie viele andere Fabrikanten beobachtet, dass sich auf stark erhitztem Eisen oder Stahl aus doppeltschwefligsauerm Kalk eine Kruste absetzt, welche die schwefligsaure Flüssigkeit verhindert an das Metall zu gelangen. Sie kamen dadurch auf den Gedanken, dass man diese zufällige Erscheinung absichtlich hervorrufen, d. h. zur Auskleidung von Kochern mit einer Schutzkruste verwenden könne, und der erste, 1888 angestellte Versuch bestätigte diese Voraussetzung. Sie nahmen infolgedessen überall Patente auf das Verfahren und statteten 7 Drehkocher der Cunnersdorfer Fabrik damit aus. In der Varziner Papierfabrik Hammermühle wurde 1889 der erste Kocher dieser Art aufgestellt und befriedigte so sehr, dass 1892 der zweite und 1894 der dritte folgte. Die Kocher sind von W. Fitzner, Laurahütte (Oberschlesien), gebaut, und der letzt gelieferte mit allen im Laufe der Zeit gemachten Verbesserungen versehene ist in Fig. 1549 in 1 : 100 der wahren Grösse in Aufriss und theilweisem Längsschnitt, in Fig. 1550 in Seitenansicht wiedergegeben. Zur Erhitzung von aussen ist der innere geschweisste, also innen glatte, mit keinerlei vorspringenden Nietköpfen versehene Kocher *A* von einem mit Laschen zusammengenieteten Mantel *B* umgeben. Die 17 mm starken Bleche der innern geschweissten Schale sind mit den äussern genieteten, 16 mm dicken durch zahlreiche eingeschraubte Stehbolzen verbunden, welche verhindern sollen, dass der Innenkessel durch etwaigen im Mantelraum herrschenden hohen Dampfdruck eingedrückt wird.

Der Heizdampf gelangt durch das mit Manometer versehene Rohr *a* in den Mantelraum, und das entstehende Dampfwasser wird am andern Ende durch das bis auf den tiefsten Punkt reichende feststehende Rohr *b* fortgedrückt.

Um sicher zu sein, dass sich an allen Stellen des Innenkochers *A* eine dauerhafte Schutzkruste bildet, muss man dafür sorgen, dass die Eisenwand ganz rein ist, und dieselbe nöthigenfalls mit Salzsäure waschen, besonders aber muss der Kocher so gebaut sein, dass alle Theile der Innenschale *A* von Dampf umspült sind. Dies ist am schwierigsten bei den Hälsen der beiden Mannlöcher *C D*, aber wie der Schnitt durch *C* zeigt, doch gelungen. Das Gewicht dieser Mannlöcher ist durch entgegengesetzt angebrachte Gussplatten *E F* ausgeglichen.

Die äussere Schale *B* ist mit zwei Laufringen *H I* versehen, die auf je zwei Rollen *h h* und *i i* ruhen und von den Fest- und Losriemscheiben *R* aus durch Vermittlung der Schneckentriebe *r r* so in Bewegung gesetzt werden, dass

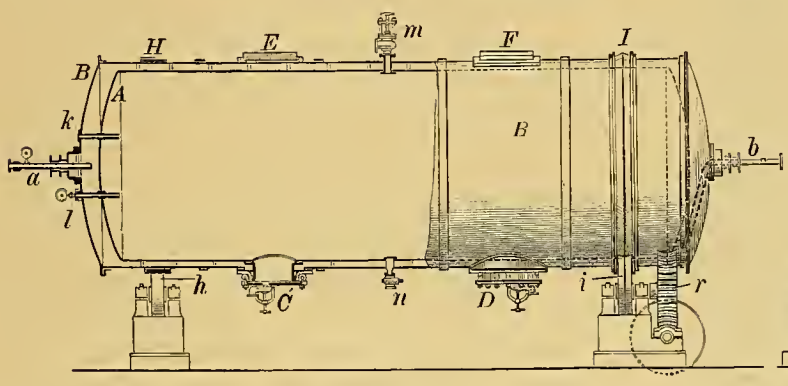



Fig. 1549.

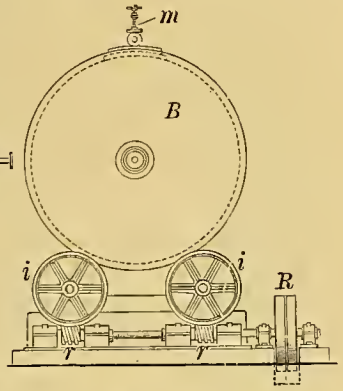



Fig. 1550.

sich der Kocher in 4 bis 10 Minuten einmal dreht. Die Oberflächen der Laufrollen *i i* bilden Vertiefungen, in welche sich der in der Mitte erhöhte Laufring *I* legt, und verhindern damit eine Verschiebung dieses Kochertheils, der allein angetrieben wird. Die Flanschen der früher an dieser Stelle angewendeten flachen Laufringe, welche solche Verschiebung hindern sollten, konnten häufig dem auf sie wirkenden Druck nicht widerstehen und brachen durch, während sich die beschriebene neue Einrichtung vollkommen bewährt. Der Laufring *H*, dessen Tragrollen nicht angetrieben, sondern nur mitgenommen werden, ist flach und ziemlich breit, damit er unbehindert der Längsausdehnung des Kochers folgen und sich verschieben kann.

Nach den in ihren Patenten gemachten Angaben der Erfinder soll man die Temperatur des Kocherbleches auf 130° C. bringen, damit sich eine Kruste darauf ablagert. Man lässt also durch Rohr *a* gespannten Dampf in den Mantelraum treten, ehe man den Kocher zum ersten Mal mit Holz und Sulfitlauge füllt, und stellt letztere so her, dass sie nach Abgabe des zur Bildung der Kruste nöthigen Monosulfits noch zum Kochen des Holzes geeignet ist. Bei der ersten Kochung überzieht sich die Innenschale schon mit einer so festen Kruste, dass man bei folgenden Kochungen gewöhnliche Lauge und nicht allzuviel Vorsicht anzuwenden hat. Die Kruste ist 1 bis 2 mm dick und besteht nach vielen Untersuchungs-Ergebnissen hauptsächlich aus Monosulfit, also einfachschwefligsauerm Kalk mit wenig schwefelsauerm Kalk und organischen, offenbar aus dem Holz

stammenden, wahrscheinlich harzigen Stoffen, gemischt mit etwas Fasern. Dieselbe ist, wie Verfasser sich überzeugte, hart wie Marmor, sodass man Stücke nur mit Spitzhammer und kräftigen Schlägen heraushauen kann. Von verschiedenen Unbetheiligten ist festgestellt, dass die Eisenfläche nach Entfernung der Schutzkruste völlig rost- und porenfrei befunden wurde. Man konnte nirgends eine freie oder angefressene Stelle finden. Wird die Kruste allzu dick, sodass sie den Durchgang der Wärme hindert, so kann man sie leicht verdünnen, indem man sehr saure Lauge in den Kocher einführt, die einen Theil des Monosulfits der Kruste wieder auflöst. Wenn dies aber nicht erforderlich ist, muss man sich hüten, allzu saure Lauge einzulassen, weil dieselbe zuviel oder die ganze Kruste lösen könnte, man hat vielmehr darüber zu wachen, dass die Lauge stets die richtige Menge Kalk enthält und imstande ist, die Kruste selbstthätig zu erneuen, wo dies erforderlich ist.

Von der Dampfeinlass-Seite sind zwei Stutzen bis ins Innere des Kochers geführt, von denen der eine *k* zur Aufnahme eines Thermometers, der andere *l* einem Manometer dient, welche die im Innern herrschende Temperatur und den Druck angeben. Der Innenraum hat 38 cbm Inhalt und kann 24 rm zerkleinertes Fichtenholz aufnehmen. Zum Kochen dieser Holzmenge werden durch die Mannlöcher etwa 22 cbm Sulfitlauge von etwa 5° Bé eingefüllt, und wenn diese vorgewärmt ist, kann in 20 bis 22 Stunden eine Kochung, einschliesslich Füllen und Entleeren, beendet sein. In der Mitte des Kochers ist ein Gas-Abblase-Ventil *m* angebracht, und ähnliche Ventile auf den innen mit Blei bekleideten Mannloch-Deckeln *C D* dienen sowohl hierzu als auch zum Ablassen von Lauge. Der Probierhahn *n* dient gegen das Ende der Kochung zum Auslassen kleiner Mengen Stoff, an denen man sehen und fühlen kann, ob die Umwandlung befriedigend vollendet ist oder noch weiter geführt werden muss.

Der Erfinder, Herr Herrmann Brüngger, hat als Direktor der Zellstoff-Fabrik Josefihütte bei Marienbad in Böhmen dort 4 Kocher von der vorstehend beschriebenen Art aufgestellt und arbeitet damit seit 1891. Jeder dieser Kocher hat 50 cbm Innenraum und wird mit 21 fm Holz und 27 cbm Lauge von 4,2 bis 4,4 pCt. Gesammtsäure gefüllt. In der Gesammtsäure befinden sich also 68 bis 70 pCt. freie Säure, und mehr soll die Lauge nicht enthalten, weil dieselbe bei 72 pCt. schon anfängt, die Kruste aufzulösen. Eine Lauge, welche sehr schönen Stoff ergab, hatte folgende Zusammensetzung:

$$\left.\begin{array}{l} 4{,}4 \text{ pCt. Gesammt } SO_2 \\ 1{,}15 \text{ „ } CaO \end{array}\right\} = \left\{\begin{array}{l} 3{,}08 \text{ pCt. freie } SO_2 \\ 1{,}32 \text{ „ gebundene } SO_2 \end{array}\right.$$

Die Kochzeit vom Dampfeintritt bis zum Abblasen beträgt 15 bis 16 Stunden, die höchste dabei erreichte Temperatur 136 bis 138° C., und eine Füllung ergiebt 4300 kg mit Zuschlag von 12 Theilen Luftfeuchtigkeit auf 88 bei 100° C. lufttrocken gedachten Zellstoffs (vergl. Seite 1367). Die zu einer Kochung nöthige Zeit setzt sich folgendermaassen zusammen:

| | | |
|---|---|---|
| Füllen | — | 20 Min. |
| Dämpfen | 1 Std. | 30 „ |
| Lauge einlassen, Kocher schliessen, in Betrieb setzen | — | 45 „ |
| Kochen | 15 „ | — |
| Abgasen | 1 „ | 30 „ |
| Vollkommenes Entleeren | — | 30 „ |
| | 19 Std. | 35 Min. |

Die kürzeste Kochzeit für geringere Sorten beträgt 12 Stunden. Einige der Kocher laufen seit 3 Jahren, ohne dass in dieser Zeit die Kruste entfernt worden wäre. Die anfangs hellgelbliche Schutzkruste enthält, wie erwähnt, hauptsächlich Calcium-Monosulfit, verändert sich aber, indem die fortwährend entstehende Schwefelsäure anstelle der Schwefligsäure des Monosulfits Ca $SO_3$ tritt, in Calciumsulfat Ca $SO_4$, und die eingeschlossenen aus Holz stammenden organischen Stoffe zersetzen sich theilweise. Diese Veränderung ist daran bemerkbar, dass die zuerst ganz helle Kruste langsam gelbbraun, dabei aber um so widerstandsfähiger wird.

In den Vereinigten Staaten von Amerika wollten die Fabrikanten bei Einführung des Brüngger'schen Verfahrens (etwa 1890) stehende anstatt Drehkocher anwenden. Aus mancherlei Versuchen ging der in Fig. 1551 in 1:50 der wahren Grösse im Aufriss-Durchschnitt dargestellte Kocher hervor. Derselbe besteht aus innerem geschweisstem Kessel *1* und dem äussern genieteten *2*, zwischen welche der Heizdampf eingelassen wird. Das Mannloch mit Dom *3*, sowie das Winkelrohr *4* mit dem 8″ = 20 cm weiten Ausblasventil sind aus Bronze angefertigt. An dem Eckstück *4* ist eine Oeffnung zum Einleiten von Dampf, sowie zur Entnahme von Proben und ein Handloch angebracht. Der äussere Kessel *2* ist nur am obern Ende mit dem innern Kessel *1* fest verbunden, endet aber unten mit einer Stopfbüchse *5*, welche den Mantel hier abdichtet und es möglich macht, dass sich die Kessel *1* und *2* ohne Spannung oder andern Schaden verschieden ausdehnen. Der Kocher ruht mit seinen äussern Vorsprüngen *6* auf eisernen Säulen *7*.

Da die amerikanischen Fabrikanten auf Grund bisheriger Erfahrungen mit möglichst grossen Kochern arbeiten wollen, so wird jetzt (1895) der Bau von Kochern der in Fig. 1551 dargestellten Art von 10′ innerm Durchmesser und 40′ äusserer Länge geplant.

Fig. 1551.

Nachdem der innere Kocher mit Holz und Lauge, der Mantel mit Dampf

gefüllt ist, kann man die Kochzeit durch Einlassen von Dampf in den innern Kessel abkürzen. Da die Temperatur der Lauge nur langsam steigt und die des im Mantel befindlichen Dampfes nicht erreicht, so bleibt das Blech des Kessels *1* stets heisser als der Inhalt und sichert damit den Bestand der Schutzkruste. Die Letztere hat erfahrungsmässig, trotz Einführung von Dampf ins Innere, ihre Aufgabe völlig erfüllt.

Obwohl die stehenden Kocher in Amerika mit Erfolg arbeiten, so müssen sie doch die Nachtheile aller stehenden Kocher haben, nämlich dass der Stoff im untern und obern Theil nicht gleichmässig ausfällt, und dass die Schutzkruste in den höchsten Theilen nicht so leicht entsteht wie in den untern, wo die Kesselbleche stets von Lauge bedeckt sind, dass also die Kruste von unten nach oben an Dicke abnimmt.

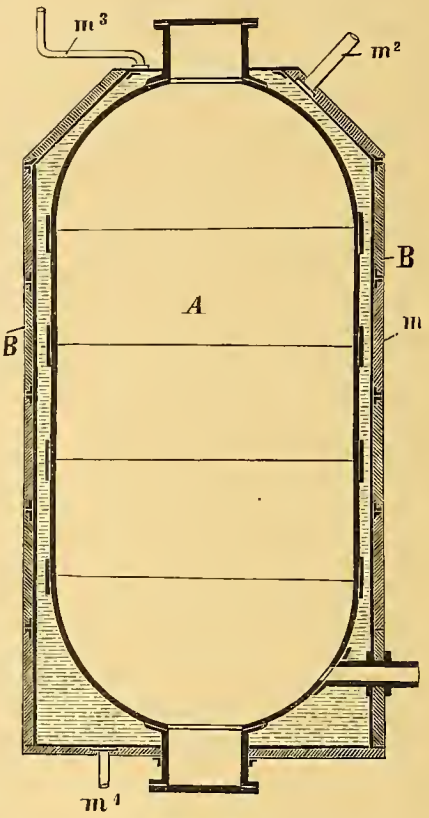


Fig. 1552.

In Drehkochern wird der Stoff durch — wenn auch sehr langsame — Drehung fortwährend gemischt, dieselben liefern desshalb gleichmässige Waare, die keiner Trennung in beste und weniger gute bedarf wie bei stehenden Kochern. Alle Theile der Kocher werden gleichmässig von Lauge und folglich auch mit gleich dicker Schutzkruste bedeckt.

Drehkocher dieser Art haben nicht die Verbreitung erlangt, die sie verdienen, weil sie sehr theuer sind, weil es sehr schwierig erscheint, etwa nothwendige Ausbesserungen der doppelten Kesselwände vorzunehmen, und weil die Lauge wegen der Schutzkruste nicht allzu sauer sein, also nicht übermässig viel freie Säure enthalten soll. Die Anschaffungskosten erscheinen weniger hoch, wenn man berücksichtigt, dass die Schutzkruste keiner Ausbesserungen bedarf, dass die Kocher nach dem Entleeren sofort wieder gefüllt werden können, während solche mit innerer Ausmauerung häufig untersucht und instand gesetzt werden müssen, dass man durch Vermeidung dieser Aufenthalte viel Zeit erspart und erheblich mehr leistet. Die schwierigen Ausbesserungen, welche von Vielen befürchtet wurden, sind bis jetzt (1895) nach etwa 7jährigem Betrieb noch nicht nöthig geworden, überhaupt hat die beschriebene Bauart noch keine Missstände zu Tage gefördert. Dass die Lauge nicht allzu viel freie Säure enthalten darf, ist eine wohlthätige Beschränkung, da erfahrungsmässig durch Anwendung zu saurer Laugen die Festigkeit des Zellstoffs geschädigt wird.

Anderseits ist aber gerade der Theil, welcher den Kocher vertheuert, nämlich der Dampfmantel, für die Erzeugung besten Stoffes von erheblichem Werth. Die grosse Heizfläche, mit der er den innern Kocher umgiebt, sichert rasche und gleichmässige Erwärmung, ohne dass man Dampf unmittelbar einzuführen hätte,

wodurch die Lauge verdünnt würde. Diese indirekte Heizung, die Nicht-Einführung von Dampf in die Kochlauge, ist aber auch das Haupterforderniss zur Erzeugung möglichst festen Zellstoffs und schon desshalb von grossem Werth für den Fabrikanten. Ein anderer, wenn auch weniger wichtiger Vorzug des Drehkochers ist, dass er sich mit dem geringsten Aufwand von Handarbeit füllen und entleeren lässt.

Ein grosser Theil der erwähnten Vorzüge der Drehkocher fällt allerdings weg, wenn man wie die Amerikaner (s. Seite 1558) mit direktem Dampf arbeitet, und wenn es gelingt, die Ausmauerung der stehenden Kocher so dauerhaft herzustellen, dass sie keiner Ausbesserungen bedarf.

Die Thatsache, dass sich aus Sulfitlauge auf der von aussen geheizten Kocherwand eine Schutzkruste absetzt, ist von Dr. Karl Kellner benutzt worden, um mit der in Fig. 1552 skizzirten Bauart die aus Masse oder Mauerwerk bestehende innere Auskleidung zu verbessern. Um zu verhindern, dass das Kesselblech angegriffen werden kann, wenn die innere Auskleidung irgendwo Sprünge oder Risse bekommt, soll der Kocher mit einem Mantel $B$ von dünnem Blech umgeben und der Zwischenraum mit einem schwersiedenden Rückstand der Petroleumraffinerie, welcher durch eine in einer Heizvorrichtung liegende Rohrspirale kreist, gefüllt werden. (Englisches Patent Nr. 4959.) In den äussern Mantel $m$ münden die Rohre $m^2 m^3$ zum Ein- und Ausfliessen der flüssigen Rückstände und $m^1$ zum Entleeren. Der Kocher erhält auf diese Weise auch von aussen Wärme, und an jeder durch Springen der innern Auskleidungs-Masse blank liegenden Stelle bildet sich eine schützende Haut von einfachschwefligsaurem Kalk. Der Mantel soll den Vortheil bieten, dass man ihn bei etwa vorkommender Ausbesserung binnen wenigen Stunden vollständig entfernen kann, und dass eine Explosionsgefahr völlig ausgeschlossen ist.

Falls diese Umhüllung wirklich zur Erzeugung einer Schutzkruste in den etwaigen Rissen der Auskleidung genügt, könnte damit ebensogut der ganze Kocher innen verkrustet werden, sodass andere Auskleidung überflüssig wird. Leider ist jedoch über Ausführung und Erfolg eines in solcher Weise gemantelten Kochers nichts bekannt geworden.

**544. Füllung der Kocher mit gehacktem Holz, Schälspänen u.s.w.** Damit jeder Kocher nach der Entleerung ohne Zeitverlust wieder gefüllt werden kann, muss man über demselben in der Nähe des Mannlochs einen dazu genügenden Vorrath von gehacktem Holz haben. In manchen Fabriken, die an einem Bergabhang liegen, und wo sich die Holzputzerei in der Nähe der Kocher befindet, kann man die Holzstücke mittels einfacher Fördertücher oder Förderketten in den Raum über den Kochern bringen. In vielen Fällen sind jedoch Kocherei und Putzerei so weit auseinander, dass eine solche Förderung sehr verwickelt und theuer würde, und dann leisten Ventilatoren, welche die Holzstücke durch Blech- oder Thonrohre ins Kesselhaus blasen, sehr gute Dienste. Dieselben werden in Amerika wie in Europa vielfach hierzu angewendet.

Um zu verhindern, dass beim Einfüllen in das Mannloch Holzstücke daneben fallen, lässt man meistens vom Boden des Vorrathraumes einen an dessen Füllöffnung oder am Boden eines Fülltrichters befestigten Schlauch aus kräftigem Gewebe bis in den Kocher hineinhängen.

Stehende Kocher füllte man bei Einführung der Sulfitstoff-Industrie und auch nach Mitscherlich'scher Vorschrift nur soweit, dass das Holz von der später eingelassenen Lauge völlig bedeckt wurde, weil freiliegendes Holz von dem behufs Dämpfens oder Kochens zugelassenen Dampf gebräunt oder verkohlt und damit das ganze Stoffergebniss verdorben würde. Da man ausserdem glaubte, noch erheblich freien Raum für die entwickelten Gase im Kocher lassen zu müssen, nach Seite 1537 40 cm Höhe, so blieb viel Raum frei von Holz. Nach vieljähriger Erfahrung und durch Wettbewerb zur Aufsuchung aller Vortheile gedrängt, fand man jedoch, dass die Kocher bis obenhin mit Holz gefüllt werden dürfen, wenn man auch für Ausfüllung mit Lauge sorgt. Ein Theil der Lauge wird, besonders unter Einfluss der Wärme, vom Holz aufgesaugt, schützt dasselbe gegen Schädigung durch Dampf und lässt im obern Theil des Kochers Raum für Gas frei. Durch möglichstes Füllen, d. h. Einpacken von Holz erhält man nicht nur entsprechend mehr Zellstoff aus jeder Kochung, sondern spart auch an Lauge und Heizung. Die Fabrikanten füllen desshalb aufs Aeusserste mit Holz und schaffen den entwickelten Gasen dadurch Raum, dass sie dieselben nöthigenfalls häufiger ablassen und, nachdem das Holz gründlich getränkt ist, einen Theil der Lauge wieder abziehen. Solches Ablassen von Gas oder Lauge wird nöthig, wenn man durch Beobachtung des Manometers erkennt, dass der Druck im Kocher rasch steigt.

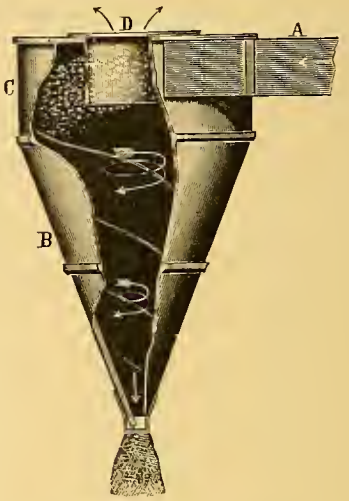


Fig. 1553.

Drehkocher bieten den Vortheil, dass eine räumlich kleinere Menge Lauge als bei stehenden Kochern genügt, weil das Holz infolge der Drehung bald völlig mit Lauge getränkt ist und sich überdies enger zusammenlegt.

Wenn durch direktes Einleiten von Dampf gekocht wird, vermehrt das Dampfwasser die im Kocher befindliche Flüssigkeit so sehr, dass häufiger Gas abgeblasen und Lauge abgezogen werden muss.

Die beim Schälen des Holzes abfallenden Späne sind in der ursprünglichen Form zu sperrig, um sich mit Vortheil zu Sulfitstoff verarbeiten zu lassen. Wenn sie hierzu Verwendung finden sollen, schneidet man sie auf besonders stark gebauten Häckselmaschinen in 4 bis 6 cm lange Stücke und lässt dieselben beim Einfüllen von einigen Arbeitern im Kocher feststampfen. Auch dann bringt man 10 bis 15 pCt. weniger hinein als von gehacktem Holz, der erzielte Stoff hat kürzere Faser, ist also weniger fest, wegen anhaftender Rindentheile unrein und minderwerthig. Da sich aber die Schälspäne nur schwer verbrennen und selten mit Vortheil anderweitig verwenden lassen, manchmal sogar lästig fallen und als werthlos gelten können, so ist deren Verarbeitung in solcher Weise häufig die beste Verwerthung.

Die Verbrennung der Schälspäne unter den Dampfkesseln ist dadurch sehr erschwert, dass sie viel Raum einnehmen und ihres geringen Gewichtes wegen leicht vom Zug fortgeführt werden. Man mischt sie desshalb meist mit zerkleinerter Kohle oder Gruss, ehe man sie auf den Rost giebt. Da aber diese Holzstückchen nur geringen Heizwerth haben, so wird die damit bewirkte Ersparniss an Kohle häufig durch die dafür aufgewandte Arbeit ausgeglichen.

In manchen Fabriken werden mit den Schälspänen auch die aus der Schleiferei kommenden Späne verarbeitet und zur Ausnutzung des Kocherraums Sägemehl mit eingestampft.

Zur Förderung der Schälspäne von der Putzerei nach der Verbrauchsstelle, sei es das Dampfkesselhaus oder die Kocherei, dient meist ein Ventilator mit daran schliessenden Blech- oder Thonröhren. Zu deren Ablieferung in einen Vorrathsbehälter lässt man das Förderrohr mit Vortheil in einem sogenannten Cyclone endigen, von dem Fig. 1553 ein Bild giebt. Luft und Späne werden durch Kanal *A* in den obern cylindrischen Ansatz *C* des Blechtrichters *B* geblasen. In diesem nimmt der Luftstrom eine Drehbewegung an, durch welche die Späne an die Eisenblechwand gepresst und an derselben entlang von einem Schneckengang durch fünf Windungen des Kessels *B* bis zum untersten Ende geführt werden. Hier fallen Späne und Staub vermöge ihres Gewichts nach unten in einen Behälter, während die Luft durch die freie Mitte nach oben entweicht.

Die Abdeckplatte mit dem innern Cylinder *D* wird höher empor gesetzt, wenn nicht alle Luft nach oben entweicht, und nöthigenfalls ganz herausgenommen, um die Luft zum Austritt nach oben zu veranlassen. Genügt auch dies nicht, so kann man einen Cylinder *D* von so grossem Durchmesser einsetzen, dass der Raum zwischen Aussen- und Innencylinder nur noch die Weite des Zuführkanals hat. Hierdurch sowie durch Veränderung der Geschwindigkeit des Ventilators wird die Abscheidung der Luft von den Spänen geregelt.

**545. Kocher-Ausstattung (Armatur), Säurepumpen.** Mitscherlich vermied nach Möglichkeit Durchbrechungen der Kocherwand. Er setzte desshalb den in Figg. 1554, 1555 und 1556 skizzirten Stutzen auf einen Auslass am höchsten Punkt des Kochers. Derselbe besteht aus zwei mit Flanschen versehenen gleichen Schalen *a* aus Rothguss, welche einen gegossenen Hohlkörper *b* aus Hartblei dicht umschliessen. Flansche *A* wird auf die Kocherflansche geschraubt, die Flanschen *B, C, D, E* und *F* tragen Ventile, die zum Einlassen des Dampfes zum Dämpfen des Holzes vor dem Kochen, zum Abführen des Abgases und der überschüssigen Lauge während und nach Beendigung des Kochens, und als Sicherheitsventile dienen.

Fig. 1554 $a^1$—$b^1$. Fig. 1555 $x$—$y$.

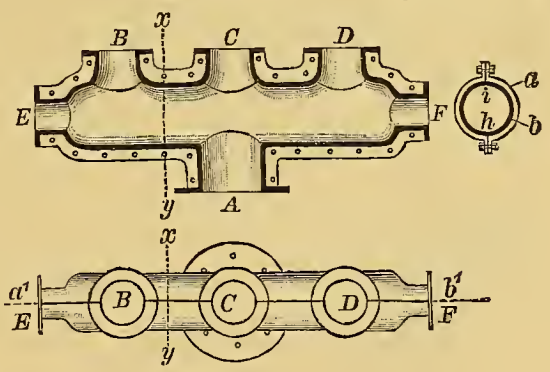



Fig. 1556.

Diese Stutzen bewähren sich, wie S. Ferenczi in Nrn. 10 und 17 der Papier-Zeitung 1895 mittheilte, eine Zeit lang ganz gut; nach längerem Gebrauch jedoch wird das Blei an einigen Stellen, besonders längs der Flanschen *h* und *i* in Fig. 1555, in die Fugen des Rothgusskörpers hineingedrückt und wird dort ganz dünn. Endlich zerreisst es unter dem im Kocher herrschenden Druck, schweflige Säure dringt zwischen die Dichtungen der Rothgussschalen und zerfrisst diese sowie die Flanschenschrauben. Dann muss aber der Bleikörper erneut und an die Fabrik gesandt werden. Aus diesem Grunde hat man diese Art Stutzen schon vielfach verworfen.

Aehnliche, aber einfachere Stutzen, bei denen die Bleieinlage aus Bleiröhren und zum Theil aus Bleiblech gelöthet war, und die leicht in der Fabrik selbst ausgewechselt werden konnten, haben Ritter-Kellner eingeführt; bei diesen Stutzen bestanden die das Blei umhüllenden verflanschten Schalenhälften aus Gusseisen. Sie hielten jedoch noch kürzere Zeit als die vorstehend beschriebenen, da infolge der grössern Hohlräume zwischen Eisen und Blei das Dünn- und später Unganzwerden des Bleies noch rascher stattfand; dann entstanden aber in unglaublich kurzer Zeit grosse Löcher in den Gusseisenschalen, sodass diese zum alten Eisen geworfen werden mussten.

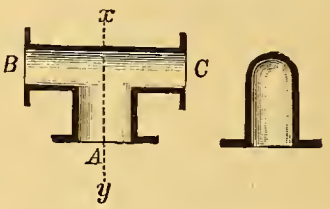


Fig. 1557. Fig. 1558 $x$—$y$.

Heute werden überwiegend Stutzen aus unverbleiter Phosphorbronze verwendet, die sich am besten von allen als säurefest angepriesenen Legirungen bewährt. Auch diese werden von der Säure je nach der Güte des Gusses in längerer oder kürzerer Zeit angegriffen. Damit jedoch der Schaden nicht so gross sei, wenn ein Stutzen zerfressen wird, baut man sie so einfach wie möglich, etwa nach Art des in Figg. 1557 und 1558 dargestellten Dreiwegstutzens *ABC*, von dem man nöthigenfalls — wenn mehr als zwei Ventile an einer Kocheröffnung angebracht werden sollen — mehrere aneinandersetzt. Man verwende möglichst gleiche Ventile und Stutzen, damit die Ersatztheile überallhin passen.

Bei Verwendung von Bronze-Stutzen ist es zweckmässig, die am Kocher *a* (Fig. 1559) befindlichen Flanschen *b c* aus Bronze herzustellen, da die sonst üblichen Bleiflanschen durch die viel härtere Bronze bald flach gedrückt werden und dann durch die in *c* skizzirte Ausbauschung des Bleies oft den wirksamen Querschnitt beeinträchtigen. Solche Bronzeflanschen *b c* kann man jedoch nur bei ausgemauerten Kochern, wie in Fig. 1560 skizzirt, zweckmässig verwenden, da sie sich mit der Verbleiung nicht dauerhaft verbinden, wohl aber in das Mauerwerk *d* einfügen lassen.

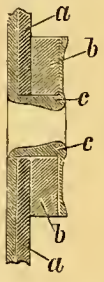


Fig. 1559.

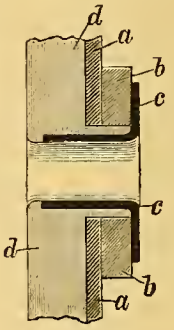


Fig. 1560.

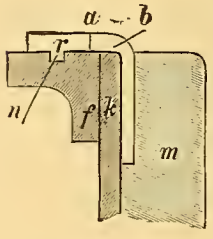


Fig. 1561.

Eine haltbare Bleiflanschen-Dichtung an einem verbleiten und vielleicht auch ausgemauerten Kocher ist in Fig. 1561 skizzirt. In die an den Mannlochhals *k* genietete gusseiserne Kocherflansche *f* ist eine Nuth *n* gedreht, in die man aus Hartblei bester Zusammensetzung, nämlich aus 96 Theilen reinen Bleies und 4 Theilen Antimon, einen hinreichend grossen Ring giesst, um den mit *r* bezeichneten Ring herauszudrehen, dessen Vorsprung *r* genau in die Nuth *n* passt. Dieser Hartbleiring wird nun bei *a* an die Verbleiung *b* gelöthet, an welche sich die Ausmauerung *m* schliesst. Der Vorsprung *r* verhindert nun, dass sich die Hartbleiflansche verzieht, und sichert derselben lange Dauer im Gebrauch.

Auf Seiten 1524 bis 1527 sind verbleite Ventile und andere Ausrüstungstheile der Kocher beschrieben. Ebenso wie diese sollten Ventile aus Phosphorbronze möglichst einfach sein, damit sich in den Ecken und Winkeln keine Holz- und Stofftheile absetzen und Verstopfungen veranlassen können. Kegel und Sitze müssen sich behufs Abdrehens leicht herausnehmen lassen, da jedes dazu verwendete

Metall von der Säure nach einiger Zeit angefressen wird. Bleikegel und Bleisitze werden durch dazwischen gelangende Stofftheile gequetscht und müssen desshalb sehr oft ausgewechselt werden. Besser halten Kegel und Sitze aus Phosphorbronze. Aluminiumbronze und Silber haben sich wenig bewährt.

Ferenczi giebt das in Figg. 1562 und 1563 skizzirte Ventil als Beispiel einfacher und desshalb zweckmässiger Bauart. Es besteht aus zwei halbkugelförmigen, mit Flanschen-Ansatz und Flansche versehenen Schalen *a* und *b* aus Phosphorbronze, von denen *a* eine mit Stopfbüchse gedichtete Oeffnung für die Ventilspindel *s* besitzt. An dieser ist der Kegel *k* mit Stift beweglich befestigt. Den Sitz bildet eine zwischen beide Flanschen der Halbkugelschalen eingeschraubte Platte *r*, ebenfalls aus Phosphorbronze, die an beiden Seiten mittels dünner Kautschukplatten gedichtet ist. Ausser grosser Einfachheit und leichter Auswechselbarkeit der Theile bietet diese Bauart den Vortheil, dass bei symmetrischer Anordnung der Schraubenlöcher der Flanschen *f* das Ventil für geraden und winkelrechten Durchgang benutzt werden kann, je nachdem der Theil *b* wie in Fig. 1562 oder 1563 an *a* befestigt ist.

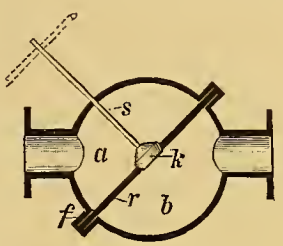


Fig. 1562.

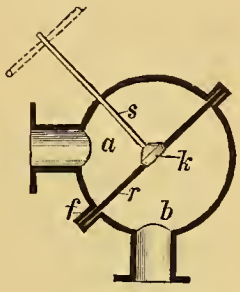
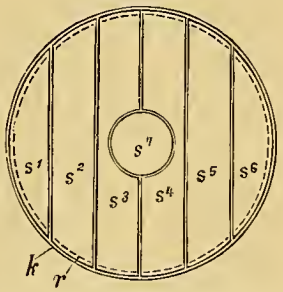


Fig. 1563.

Fig. 1564.



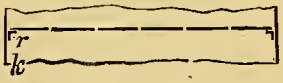



Fig. 1565.

Die ursprünglichen Ritter-Kellner-Kocher waren mit einem obern in Figg. 1564 und 1565 skizzirten Siebe versehen, welches, aus mehreren frei liegenden Platten $S^1$, $S^2$ bis $S^6$ bestehend, auf einem in ungefähr $^3/_4$ Höhe des Kochers *k* angenieteten Ring *r* ruhte. In der Mitte befand sich ein leicht abhebbarer Deckel $S^7$, welcher behufs Einfüllens des Holzes entfernt wurde. Die Siebplatten bestanden aus durch Eisenreife versteiften Bleitafeln, verursachten aber viele Ausbesserungen, da das Eisen der Versteifung durch Haarrisse der Bleiverkleidung hindurch rasch zerstört wurde. Der zwischen den Fugen und am Rand sich anhäufende Schmutz und Gips verunreinigte den Stoff und liess sich schwer entfernen. Man plagte sich mit den Sieben, solange man glaubte, einen sogenannten Dampfraum im Kocher nicht entbehren zu können, erkannte aber bald durch Versuche (s. Seite 1564), dass ein Dampfraum ganz überflüssig ist, und man guten Stoff erhalten kann, wenn auch der Kocher mit Holz bis obenhin gefüllt wird. Diese Erfahrung brachte den Fabrikanten den Vortheil einer um ein Viertel besseren Ausnutzung ihrer Kocher, den lästigen Siebböden aber das Todesurtheil.

Bei Kochern alter Bauart lag das Gasabblasventil häufig so, dass sein Zugang rings von Holzstücken umgeben war. Um diese zurückzuhalten, löthete man durchlochtes Bleiblech vor die Kocheröffnung; diese kleinen Bleisiebe erfüllten aber ihre Aufgabe nicht, da sie sich leicht verbogen und platt an die Kocherwand gedrückt wurden. Hierzu kam noch die Verstopfung einzelner Löcher durch Stoff und Monosulfit, sodass der wirksame Querschnitt der Sieblöcher oft wesentlich kleiner

wurde als der Ventildurchgang. Die Folge war, dass das Abblasen des Ueberdrucks, insbesondere nach beendeter Kochung, zu lange dauerte und nicht nur Zeit verloren wurde, sondern auch der Stoff braun gekocht, d. h. verbrannt ausfiel. Diesem Uebelstande beugt die in Fig. 1566 skizzirte Anordnung vor. Zwischen die Kocherwand und das an dieser sitzende Gasabblasventil wird die Flansche *f* eines gebogenen Kupfer- oder Bronzerohres *r* geschraubt; das andere, abgeschnittene Ende des Rohres *r* geht frei durch die kreisförmige Oeffnung des Bronzesiebes *S*, welches nach beendeter Füllung des Kochers zwischen der Flansche des obern Mannloches und dem Mannlochdeckel festgeschraubt wird. Das Sieb *S* ist mit so vielen Löchern von 3 bis 5 mm Durchmesser versehen, dass der Gesammtquerschnitt dieser Löcher grösser ist als der des Rohres *r;* infolge der Lage und der konvexen Form des Siebes *S* verstopfen sich diese Löcher nicht leicht und lassen sich auch leicht reinigen.

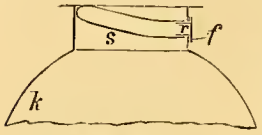


Fig. 1567.

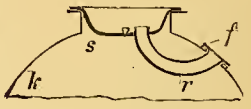


Fig. 1566.

Diese Anordnung, so zweckmässig sie auch sonst ist, hat den Nachtheil, dass auf beide Seiten der Flansche des Bronzesiebes je eine Dichtung kommen muss; auch wird die Verbleiung der Kocherflansche durch die harte Flansche des Bronzesiebes rasch verdrückt und muss oft erneuert werden. Aus diesen Gründen ist bei solchen Kochern, deren Gasabblasventil am Halse des obern Mannloches sitzt, was jetzt (1895) als Regel gelten kann, die aus Fig. 1567 ersichtliche Bauart vorzuziehen, wo anstelle eines konvexen Siebes ein an einem Ende geschlossenes Bronzerohr *S* tritt, welches auf das in den Kocherraum etwas hineinragende Ende eines Kupferrohres *r* aufgeschoben wird, während das geschlossene Ende an dem obern Theil des Mannlochhalses frei aufruht. Dadurch, dass die Länge des Bronzerohres gleich dem grössten Diagonaldurchmesser des Mannlochs ist, wird es in dieser Lage festgehalten und kann sich nicht bewegen, sodass die Kocherauskleidung nicht beschädigt werden kann. Das Rohr *S* ist mit Löchern von erwähnter Anzahl und Grösse versehen.

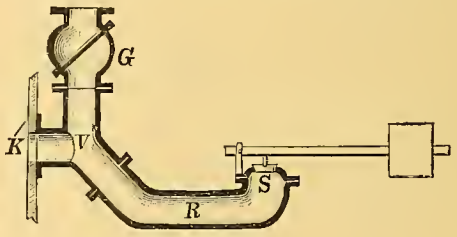


Fig. 1568.

Der Ausblaseschieber soll so gebaut sein, dass man ihn durch einen Ruck sofort ganz öffnen kann, was am zweckmässigsten durch Hebelmechanismus geschieht. Bei langsamem Oeffnen, wie z. B. mittels Handrades, bahnt sich die Lauge durch den Stoff hindurch einen Kanal, der Stoff bleibt dann im Kocher, und die Lauge allein wird in die Ausblasebottiche geblasen. Wird jedoch dem Gemisch von Stoff und Lauge, das sich in starker Wallung befinden soll, eine grosse Oeffnung plötzlich dargeboten, so geht das Gemisch, ohne sich zu scheiden, hindurch.

Da der Druck in indirekt geheizten Kochern durch Entwicklung von Schwefligsäure-Gas weit über den im Dampfkessel herrschenden Druck steigen kann, so müssen dieselben mit Sicherheitsventilen versehen werden, die überdies in vielen Staaten für alle Kocher vorgeschrieben sind. Jedes Sicherheitsventil sollte möglichst einfach und säurefest sein, da es bis zum Ende einer Kochung grossen Laugenverlust und Gestank verursachen kann, wenn man erst während des Kochens

bemerkt, dass es von Säure angegriffen ist. Ferenczi empfiehlt das in Fig. 1568 skizzirte einfache und bewährte Sicherheitsventil *S*. Dasselbe wird an einem Rohre angebracht, welches direkt oder durch ein Verbindungsstück *V*, das z. B. auch ein Gasabblasventil *G* (vergleiche Fig. 1562) tragen kann, mit dem Kocher-Innern *K* in Verbindung steht. Dieses Rohr *R* aus Phosphorbronze hat zwei ungleiche Schenkel, auf deren kürzerem *S* angeschraubt wird. Bevor man den Kegel des Sicherheitsventiles *S* aufsetzt, giesst man in den kürzern Schenkel soviel einer Flüssigkeit von hohem Siedepunkte, welche sich mit Wasser nicht mischt (z. B. schweres Steinkohlen-Theeröl mit Siedepunkt über 200 °C.), bis es überfliesst. Setzt man dann den gut eingeschliffenen Kegel auf und belastet denselben, so bleibt er lange Zeit durch das Oel gegen die Säure geschützt.

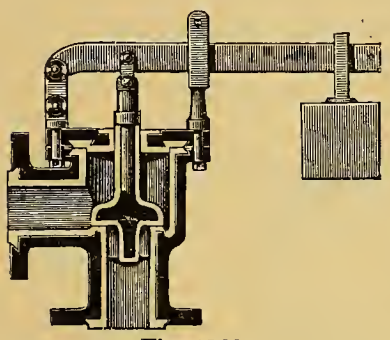


Fig. 1569.

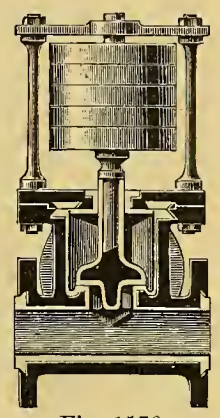


Fig. 1570.

Bei der Ausstattung der Zellstoffkocher muss man stets darauf Rücksicht nehmen, dass keine Holz- und Stofftheile in die Ventile und durch diese in die Leitungen gelangen, was durch zweckmässig angebrachte Siebe verhindert wird.

Als Beispiele von Sicherheitsventilen aus Gusseisen mit Blei-Auskleidung sind in Figg. 1569 und 1570 zwei Bauarten von A. L. G. Dehne in Halle a. S. dargestellt.

Die zum Fördern von Sulfitlauge oder zum Durchsaugen von Schwefligsäure-Gas dienenden Pumpen müssen so gebaut sein, dass die Lauge oder das Gas nirgends mit Eisen oder andern angreifbaren Stoffen in Berührung kommt.

In Fig. 1571 ist eine Säurepumpe von A. L. G. Dehne in Halle a. S. in Längsschnitt dargestellt, die bis 20 m Höhe fördern und 2 Atmosph. Druck aushalten soll. Die mit Säure in Berührung kommenden Theile sind mit Blei ausgefüttert, welches sich leicht erneuen lässt. Stopfbüchsen sind wegen der Schwierigkeit guter Verpackung gänzlich vermieden. Der Kolben ist durch eine Gummi-Manschette abgedichtet und Flüssigkeit, welche infolge einer Undichtigkeit über den Kolben treten sollte, läuft durch das aus der Zeichnung ersichtliche seitliche Röhrchen ab.

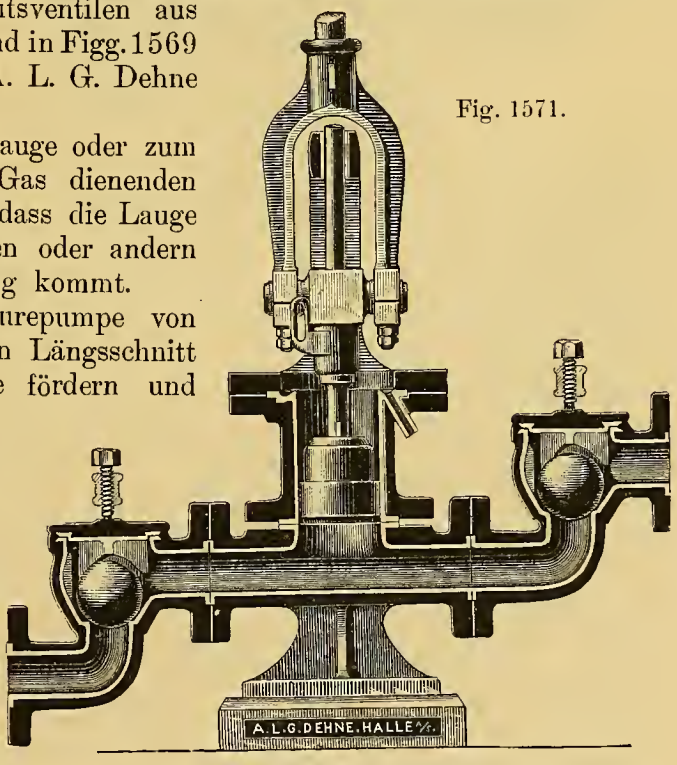



Fig. 1571.

P. Suckow & Co. in Breslau bauen Säure-Pumpen nach dem Patent des Inhabers der Firma, Robert Meyer, wie die auf Seiten 1524/5 beschriebenen Ventile und die auf Seite 1565 dargestellten Verbindungsstücke so, dass nur das innere Gehäuse aus Hartblei besteht. Dasselbe ist für sich allein gegossen, auf Dichtigkeit geprüft und durch einen zusammenschraubbaren Panzer aus Rothguss oder Gusseisen geschützt, wie in Fig. 1572 im Längsschnitt dargestellt. Der Plungerkolben *A* besteht aus Porzellan, Hartglas oder nahezu säurefester Metallmischung und erhält genaue Führung in der Grundbüchse *a*, der Stopfbüchse $a^1$ und dem Kreuzkopf *b*. Letzterer wird selbst von den mit Weissmetall ausgegossenen Gleit-

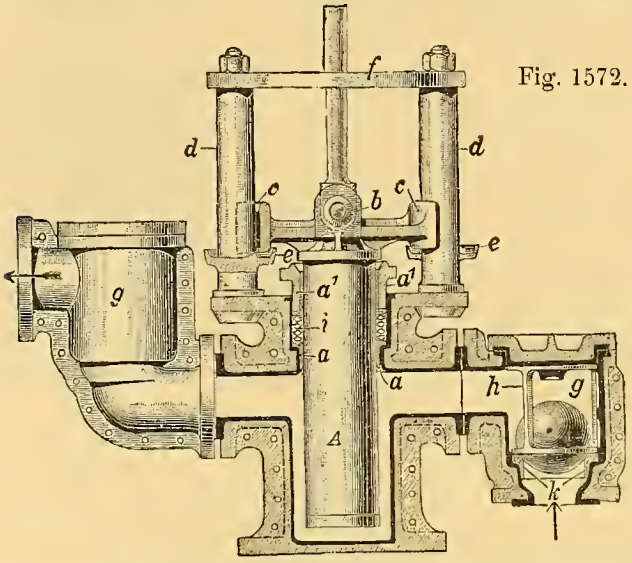
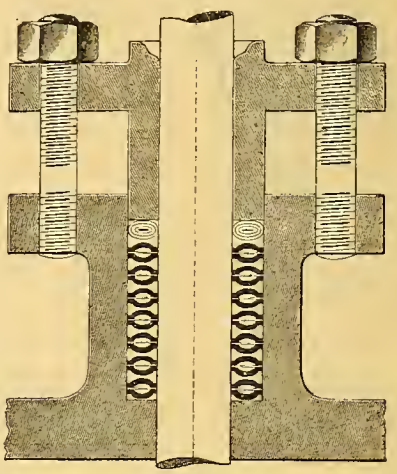



Fig. 1572.

Fig. 1573.



backen *c* an den Säulen *d* geführt, die oben von einem Ring *f* gehalten sind. Der Antrieb erfolgt mit Kurbel oder Exzenter. In den Saug- und Druckventilen *g* liegen Kugeln aus dem für die Pumpen benutzten Rohstoff auf Sitzen *k* aus säurebeständigem Metall, welche sich leicht auswechseln lassen und die Bleiauskleidung gegen Abnutzung durch das Niederfallen der Kugel schützen. Die Sitze *k* werden von Körben *h* niedergehalten, die gleichzeitig den Kugeln zur Führung dienen. Die Packung der Stopfbüchse *i* besteht, wie die besondere Darstellung einer Stopfbüchse Fig. 1573 zeigt, aus Lagen getheilter roh gegossener Hohlringe aus Hartblei, die aufeinander gereiht sind. Beim Anziehen der Stopfbüchse werden die Aussen- und Innenränder der Hohlringe gegen die Wand der Stopfbüchse und gegen den Kolben gepresst und bewirken dichten Abschluss. Die Dichtung lässt sich nachstellen, bis die Hohlringe flach gedrückt sind. Wenn man den Kreuzkopf u.s.w. nicht abnehmen will, um die Dichtungsringe einzulegen, so muss man getheilte Dichtungsringe anwenden. Zwischen die Hohlringhälften wird dann eine dünne Asbestscheibe gelegt, die, wie in Fig. 1574 skizzirt, einseitig schräg aufgeschnitten ist. Durch die schrägen Flächen wird ebenso vollkommene Abdichtung erzielt, wie durch einen ungetheilten Asbest-Ring. Bei ungetheilten Metall-Ringen empfiehlt es sich ebenfalls, eine dünne etwa 1 mm starke Asbestscheibe zwischen je 2 Ringhälften zu legen.

Fig. 1574.

In den letzten Jahren (1890 bis 95) sind zum Fördern von Sulfitlaugen vorzugsweise Zentrifugalpumpen benutzt worden, weil sie billiger und leistungsfähiger sind, weniger Platz einnehmen und weniger Betriebsstörungen erleiden als Kolbenpumpen. Die Maschinenfabrik von Brodnitz & Seydel, Berlin N., Weddingplatz, welche den Bau von Zentrifugalpumpen als Sonder-Erzeugniss pflegt, baute Sulfitlauge-Pumpen anfangs ganz aus Bronze, die jedoch von der Säure angegriffen und dadurch sehr kostspielig wurden. Seit einigen Jahren ist es der Firma jedoch gelungen, dieselben aus Hartblei herzustellen und damit völlig befriedigende Ergebnisse zu erzielen. In Fig. 1575 ist eine perspektivische äussere Ansicht und in Fig. 1576 ein Durchschnitt derselben gegeben.

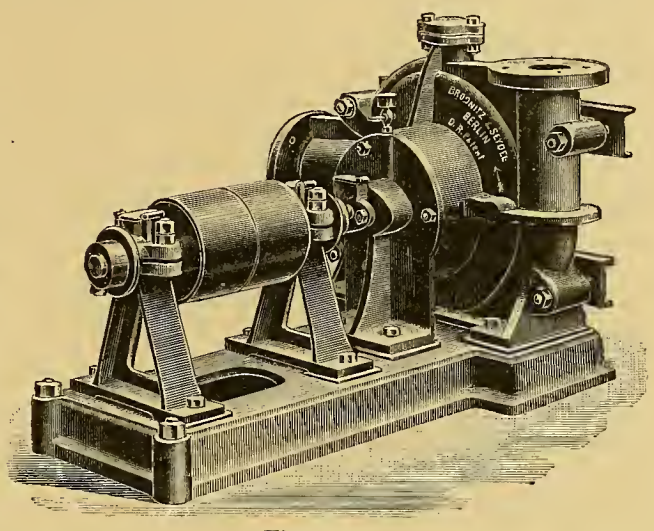


Fig. 1575.

In dem ganz aus Hartblei (Blei mit Zusatz von Antimon) gegossenen Pumpenkörper *a* dreht sich das von einer Bronze-Welle *d* getragene Schleuderrad *b*. Die Sulfitlauge fliesst in die Hohlräume *f* zu beiden Seiten des Schleuderrades und dringt von beiden durchbrochenen Seiten in das Rad *b*, wird hier gezwungen, dessen Bewegung mitzumachen und dadurch in der Richtung der spiralförmigen Schaufeln an die Peripherie geschleudert. Dort gelangt die Lauge in den Hohlraum *g*, welcher sich immer mehr erweitert, um die gesammte Flüssigkeit aufnehmen zu können, und in dem senkrechten, aus Fig. 1575 erkennbaren Rohrstutzen endet. An diesen Stutzen schliesst sich die Rohrleitung.

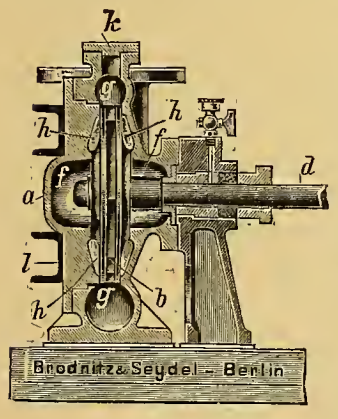



Fig. 1576.

Die Seitenbacken des Schleuderrades *b* müssen sich dicht an die umgebenden Theile des Gehäuses *a* schliessen, damit die in den Aufnahme-Kanal *g* gelangte Lauge nicht durch den Zwischenraum in die Eintrittskammer *f* zurückfliessen kann. Da es aber schwer ist, grosse Flächen dicht aufeinander zu passen, so berühren sich Gehäuse und Schleuderrad nur auf den äussern Grenzen der Berührungsflächen, zwischen denen ringsum Hohlräume *h* aus. gespart sind.

Diese Hohlräume unterstützen die Dichtung dadurch, dass etwa hineingelangte Flüssigkeit die Bewegung des Schleuderrades *b* annimmt und in den Abzugskanal *g* befördert wird. Durch Abnehmen des Deckels *k* gewinnt man einen Einblick in das Rad. Um ins Innere zu gelangen und die Pumpe auseinander zu nehmen, muss man die aus Fig. 1575 ersichtlichen Befestigungsschrauben der eisernen Anpress-Balken *l* lösen.

Die Welle *d* aus zinkfreier Bronze läuft in einer Stopfbüchse aus Bronze, deren Schutz gegen Eintritt von Säure durch eine Fettpresse bewirkt wird. Nachdem konsistentes Fett behufs jedesmaliger Schmierung durch den aus Fig. 1576 erkennbaren Hahn eingegeben ist, muss dieser jedesmal wieder geschlossen werden. Die in die Pumpe gedrungene Säure kommt nur mit Hartblei in Berührung. Die Umdrehungs-Geschwindigkeit wird nach der Förderhöhe und der Länge der Rohrleitung bestimmt und bewegt sich zwischen 400 und 1200 Umdrehungen in der Minute. Der Erfolg hängt sehr wesentlich von richtiger Bemessung des Steigrohrs ab, welches weder zu weit, noch zu eng sein darf, wenn die Pumpe richtig arbeiten soll.

**546. Blei und Bleilöthen.** Die vorhergehenden Abschnitte zeigen, dass die Röhren und Gefässe, welche zur Aufnahme von Schwefligsäure oder Sulfitlauge dienen, meist aus Blei bestehen oder damit ausgekleidet sind, weil es deren Einwirkung am besten widersteht. Auch Blei erliegt im Laufe der Jahre den Angriffen von schwefliger und Schwefelsäure, hält aber so gut aus, dass es für praktischen Gebrauch als säurefest gelten kann, wenn die richtige Sorte gewählt wird.

»Chemisches Blei«, welches man durch Ausschmelzen alter Schwefelsäure-Kammern erhält, soll zur Sulfitstoff-Fabrikation sehr dienlich sein. Platten aus »Chemischem Blei« sollen sich widerstandsfähiger als solche erwiesen haben, die aus Legirungen von Blei mit andern Metallen gewalzt wurden.

Diesen Ansichten von Praktikern steht das Ergebniss der von Ernst Schmid unter Prof. Dr. G. Lunge's Leitung in Zürich ausgeführten Versuche entgegen. In den Nachträgen zum 1. Band von Lunge's Handbuch der Soda-Industrie 1893 zieht Lunge aus den Versuchen folgende Schlüsse:

Für Schwefelsäurekammern, Thürme, Reservoire, Rohrleitungen und alle andern Fälle, in denen die Temperatur nur bis zu mässiger Höhe, jedenfalls nie auf 200° C. steigen kann, ist das reinste Weichblei allen übrigen Bleisorten unbedingt vorzuziehen; es wird von warmer, verdünnter oder konzentrirter, reiner oder nitroser Säure am wenigsten angegriffen.

Ein irgend höherer Gehalt an Antimon schädigt in fast allen Fällen, Kupfer nutzt wenigstens garnichts; ausgenommen sind natürlich die Fälle, wo man dem Blei grössere Härte geben will. Ein Zusatz von etwa 0,2 pCt. Antimon kann desshalb bei Apparaten, die nur mit kalter Säure in Berührung kommen, nützlich sein; bei warmer Säure ist selbst dieser Zusatz lieber zu vermeiden.

Um dem Blei grössere Härte zu verleihen, mischt man demselben die durch Erfahrung ermittelte Menge Antimon bei, muss aber dafür sorgen, dass dasselbe gleichmässig durch das gesammte Blei vertheilt wird, da dieses bei ungleichmässiger Einmischung schlechter ausfällt als wenn kein Antimon darin wäre. Das Auswalzen erfordert dieselbe Aufmerksamkeit wie das Mischen des Bleis.

Sulfitstoff-Fabriken, die weit ab von den Bezugsquellen liegen und grossen Verbrauch an Bleiplatten haben, können erhebliche Ersparniss erzielen, wenn sie aus ihren alten Platten neue giessen, wie es thatsächlich von einigen geschieht.

Früher löthete man Bleitafeln mit gewöhnlichem, aus Blei und Zinn bestehendem Schnellloth zusammen, welches aber von Säure rasch zerfressen wird, da sich ein galvanischer Strom bildet. Ausserdem springen solche Löthstellen leicht, da sie spröder als Blei sind. In den Sulfitfabriken wird desshalb nur die neuere Löthung mit Blei angewandt, für die man die Hitze einer mit Wasserstoff und Luft erzeugten Stichflamme braucht. Lunge beschreibt in seiner Soda-Industrie die in Figg. 1577 und 1578 dargestellte Einrichtung zur Erzeugung dieser Löth-

flamme. Der Wasserstoff-Erzeuger besteht aus Blei mit oder ohne Holzverkleidung, und in dessen unterm Theil *A* liegt auf dem bleiernen Rost *K L* Zink in Körnern oder Blechschnitzeln. Der obere Theil *B* ist mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, die durch Rohr *G* unbehindert nach unten fliessen kann, wo sie in Berührung mit dem Zink Wasserstoffgas entwickelt. Wenn man den Hahn *f* öffnet, strömt dieses Gas, nachdem es vorher durch Wasser gegangen und gewaschen ist, durch einen an die Oeffnung *C* schliessenden Schlauch dorthin, wo es gebraucht wird. Wird der Hahn *f* geschlossen, so drückt das in *A* befindliche Wasserstoffgas die Säure nach unten und durch Rohr *G* in den obern Behälter *B*, entfernt dieselbe also von dem Zink, und die Gasentwickelung hört auf. Letztere dauert also nur solange wie Gas entnommen wird. Die Oeffnungen *D F E* dienen zum Einbringen von Säure und Zink und zum Ablassen von Zinkvitriol.

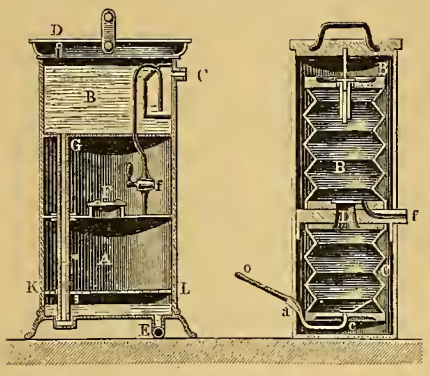


Fig. 1577.



Fig. 1578.

Der Windbläser Fig. 1578 ist ein tragbarer cylindrischer Schmiede-Blasebalg, dessen Hebel *o a c* von einem Knaben mit dem Fuss in Bewegung gesetzt werden kann. Die Luft wird aus dem untern Theil *C* durch Ventil *D* in den Windkasten *B* gepresst und gelangt durch Oeffnung *f* nebst davon ausgehendem Gummischlauch in das Löthrohr. Die beiden Schenkel dieses in Fig. 1579 dargestellten Löthrohrs sind mit Hähnen versehen, und der Löther kann durch Zuführung von mehr Wasserstoff oder Luft eine beliebig lange oder breite Flamme hervorbringen, die jedoch keinesfalls oxydiren darf. Um das Mundstück des Löthrohrs sehr beweglich zu machen, verbindet man es häufig durch Gummirohr mit dem schenkelförmigen Stück. Da sich die Gase erst kurz vor dem Ausströmen vereinigen, so kann die Flamme nicht zurückschlagen. Statt der dargestellten, in ein Loch von 1 mm Weite auslaufenden, etwa 10 cm langen Löthspitze, die am dicken Ende 5 bis 8 mm weit ist, hat man für den Fall stärkern Windes solche mit darüber angebrachtem Messingschildchen, um die Flamme ruhig zu erhalten. Die auf solche Art erzeugte Wasserstoff-Flamme ist sehr spitz, aber so heiss, dass sie das Blei an der getroffenen Stelle in geringem Umfang, aber augenblicklich bis auf gewisse Tiefe schmilzt.

Fig. 1579.

Der Bleilöther entzündet die ausströmenden Gase mit einem Streichhölzchen und erhält durch richtige Stellung erwähnter Hähne eine sehr kräftige, schwach leuchtende, lange Stichflamme, welcher er eine Hand widmet. In der andern hat er einen Bleistab von etwa 30 cm Länge, ungefähr 15 mm Breite und 5 mm Dicke, der aus Bleiabfällen gegossen ist. Solche Stäbe hat er stets vorräthig und schützt dieselben durch sorgfältiges Einwickeln in Papier oder andere geeignete Packstoffe möglichst vor Oxydation. Auch bei der nachherigen Verwendung greift der Bleilöther die Bleistäbe mit der feuchten Hand nicht direkt an, sondern entfernt deren Umhüllung nur soweit, als es jeweils durchaus nöthig erscheint.

Wer keinen der verschiedenen, nach beschriebenem Vorbild gebauten Wasserstoff-Erzeuger anschaffen will, kann einen solchen leicht herstellen, wenn er, wie in Fig. 1580 skizzirt, zwei Cylinder aus kräftigem Bleiblech durch einen Gummischlauch *c* verbindet. Auf dem falschen Boden des untern Cylinders *a* liegen Zinkkörner, der obere *b* ist mit verdünnter Schwefelsäure oder besser mit Salzsäure gefüllt, damit der Gummischlauch nicht zerstört wird. Hat man durch Oeffnen des Hahnes *c* Säure zum Zink gelassen und Wasserstoff entwickelt und schliesst das Gasabzugsrohr *d* am Kopf des untern Cylinders, so presst das Gas die Säure wieder in den obern Cylinder *a*, und die Entwickelung hört auf. Statt der Cylinder *a b* kann man auch Petroleum-Fässer verwenden. Zum Reinigen des Wasserstoffgases kann man eine Wulf'sche Flasche verwenden, wie man sie in jedem chemischen Laboratorium hat; man füllt dieselbe mit Wasser oder mit verdünnter Kupfervitriol-Lösung und erhält dann reinere Flamme.

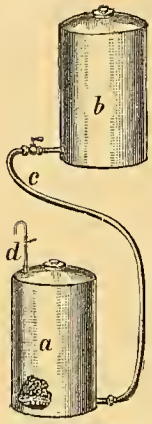


Fig. 1580.

Will der Bleilöther beispielsweise 2 Bleirohre zusammenlöthen, so schneidet er die zusammenzufügenden Rohr-Enden gerade ab und biegt die Rohre *a* und *b* zur bequemeren Ausführung der Arbeit, wenn dieselben nicht schon ohnehin so liegen, in senkrechter Lage übereinander, wie in Fig. 1581 dargestellt. Das untere Rohr-Ende *b* wird mit einem »Dorn« *c* aus Hartholz oder Metall etwas aufgetrieben und innen mit einem Schaber von Oxyd gut gereinigt. Das obere Rohr-Ende *a* wird konisch zugespitzt und in das erweiterte untere gesteckt. Mit der Wasserstoffgasflamme *f* schmilzt der Arbeiter dann von seinen Bleistäben *d* die erforderliche Menge Blei in den durch die Auftreibung des untern Rohres und die konische Zuspitzung des obern entstandenen Trichter.

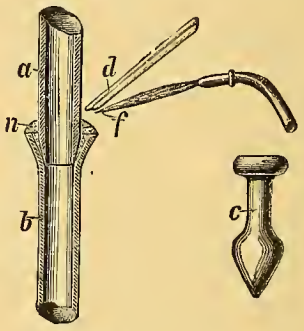


Fig. 1581.

Auf ähnliche Weise werden Bleitafeln zusammengelöthet, nachdem die Löthstellen mit einem Schaber gut von Oxyd gereinigt worden sind. Dicke Bleiplatten stösst man stumpf aneinander, wie *a*, dünnere legt man einige Centimeter übereinander, wie *b* in Fig. 1582. Das Zusammenlöthen starker Bleiplatten gelingt nur dann vollkommen, wenn dieselben in der Nähe der Löthstelle auf 80—100° C. vorgewärmt werden. Die Vorwärmung kann bei eisernen Kochern von aussen durch Gasflammen oder Holzkohlengluth bewirkt werden, bei hölzernen, gemauerten oder auch eisernen Gefässen durch die Löthflamme selbst, welche zu diesem Zweck breit und rauschend gemacht wird.

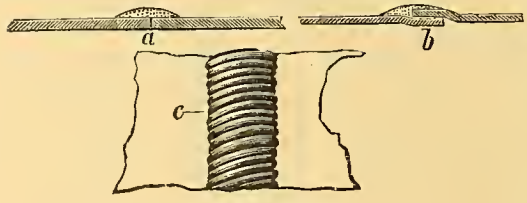


Fig. 1582.

Der Arbeiter berührt mit der Löthrohrflamme die Stelle, wo die Kante einer Tafel auf der andern liegt, sodass die Oberfläche gerade schmilzt, ohne dass die untere Seite zum Schmelzen kommt. Den erwähnten Bleistreifen hält er so, dass die abschmelzenden Tropfen auf die eben geschmolzene Stelle der Tafeln fallen und sich mit dieser zu einem Wulst *b* vereinigen. Mit einer kleinen Be-

wegung des Handgelenks entfernt der Löther die Flamme einen Augenblick, und das nur eben zum Schmelzen gebrachte Blei erstarrt sofort; in einer Sekunde ist die Flamme schon wieder auf das Blei gerichtet, und ein neuer Tropfen fliesst theilweise noch mit über den ersten, sodass die Naht *b* schliesslich die in *c* dargestellte Form annimmt.

Da die Wasserstoffgasflamme grosse Hitze entwickelt, so entstehen, wie oben erwähnt, leicht Löcher in den Tafeln, wenn die Flamme etwas zu lange auf die Bleiplatten (besonders dünne) wirkt. Der Bleilöther berührt daher mit der Flamme nur leicht die zu löthenden Stellen, trägt auf einmal nur wenig Blei auf und sucht durch streichende, stetig vorwärtsschreitende, leicht kreisende Bewegung mit der Flamme das aufgetragene Blei möglichst gleichmässig zu vertheilen. Die Arbeit bedarf vieler Uebung und ist sehr ermüdend für das Auge; die entwickelten Bleidämpfe sind nichts weniger als zuträglich für den Arbeiter und verursachen häufig Leibschmerzen.

Noch viel schwieriger als das Löthen waagrechter Fugen ist das von senkrechten. Beim Löthen einer senkrechten Fuge kann man das Abfliessen des geschmolzenen Bleies nur dadurch hindern, dass man nur genau bis zum Schmelzen erhitzt, die Flamme sofort zurückzieht, bis die Naht erstarrt ist, und nur von unten nach oben löthet, sodass die Naht die Bleitröpfchen etwas aufhält. Nach Lunge kann ein geübter englischer Bleilöther bei Stückarbeit in einer Stunde 3 m senkrechte oder $7\frac{1}{2}$ m waagrechte Fuge löthen.

Fig. 1583.

Bei bester Arbeit wird jedoch eine senkrechte Fuge nie so gut wie eine waagrechte, und es ist desshalb üblich, dass man die Näthe der innern Ausbleiung von Kochern in waagrechter Lage löthet. Man legt desshalb senkrechte Kocher, wie Seiten 1547 bis 1549 gesagt, zu diesem Zwecke um, und dreht die waagrecht liegenden so um ihre Achse, dass die zu löthende Naht stets nach unten kommt. Das Löthen senkrechter Fugen gelingt viel leichter durch Benutzung von Löthstäben aus Hartblei, sollte aber verboten werden, weil Hartbleifugen nach kurzer Zeit rissig werden.

Für kleinere Lötharbeiten kann man sich eines Löthkolbens von der in Fig. 1583 dargestellten Art und etwa 7 kg Gewicht bedienen. Noch vortheilhafter sollen die neu erfundenen mit elektrischem Strom heiss erhaltenen sein, bei deren Anwendung der Bleilöther ohne Gehilfen auskommen kann.

Grössere Fabriken haben meistens Arbeit für einen oder mehrere Bleilöther, kleinere, welche einen solchen nicht dauernd beschäftigen können, finden manchmal Gelegenheit, von einer in der Nähe liegenden Fabrik chemischer Erzeugnisse bei Bedarf einen Bleilöther zur Aushilfe zu bekommen. Jede Sulfitstoff-Fabrik sollte jedoch dafür sorgen, dass ihr die zum Bleilöthen erforderlichen Kräfte und Werkzeuge stets zur Verfügung stehen.

**547. Verwendung der abgeblasenen Kochgase.** Nach der Seiten 1423/4 abgedruckten Mitscherlich'schen Patentschrift soll die Schwefligsäure, welche nach vollendetem Kochen vor Entleerung des Kochers mit dem Dampf abgeblasen werden muss, in den Laugen-Thurm geleitet werden. Dort soll sie mit der frischen Schwefligsäure doppeltschwefligsauern Kalk bilden.

Das mit hochgespanntem Dampf gemischte Abgas ist jedoch sehr heiss und würde im Thurm die Mühen vereiteln, welche zur Abkühlung der frischen

Schwefligsäure in Kühlrohren und zur Beschaffung möglichst kalten Thurm-Wassers aufgewandt wurden. Die Gase müssen, wie Seite 1472 ausgeführt, mit niederer Temperatur in den Thurm kommen, damit das entgegenkommende Wasser möglichst viel davon aufnehmen und Lauge liefern kann, die reich an Schwefligsäure ist. Die Fabrikanten befolgten desshalb die Mitscherlich'sche Vorschrift nicht, sondern bauten in manchen Fällen ein besonderes kleines Thürmchen, in welches sie Abfall-Kalkstücken füllten und die aus den Kochern abgeblasenen Gase unten einleiteten. Da die Abgase nur zeitweise und nicht regelmässig zuströmen und auch sehr heiss sind, so können dieselben auf diese Art keine vollkommene Ausnutzung erfahren und erfordern überdies Bau und Unterhaltung eines wenn auch kleinen Thurmes mit allem Zubehör. Das Thürmchen ist um so mehr entbehrlich, da man die abgeblasene Schwefligsäure besser zur Bereicherung der gewöhnlichen Thurmlauge mit freier Säure als zur Herstellung neuer Mengen von doppeltschwefligsaurem Kalk verwendet. Die meisten Thurmlaugen bedürfen nämlich, um auf die gewünschte Zusammensetzung zu kommen, noch eines Zusatzes von freier Säure, den die Abgase liefern können.

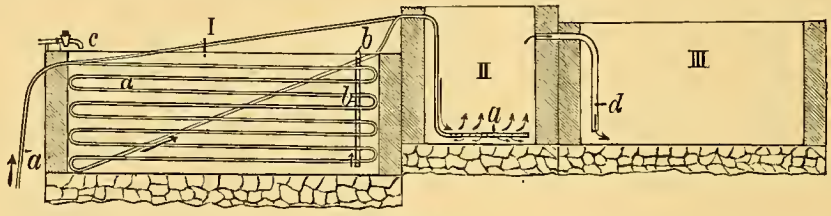



Fig. 1584.

Um der Lauge die Schwefligsäure der Abgase zusetzen zu können, suchte man letztere möglichst abzukühlen und bediente sich in einigen Fabriken der in Fig. 1584 skizzirten Einrichtung. Die Abgase kommen durch eine Rohrleitung aus Hartblei in ein möglichst langes Bleirohr *a*, welches im Behälter *I* liegt und durch beständig frisch zulaufendes Wasser kalt erhalten wird. Hier verdichtet sich das Gas und gelangt als wässrige Schwefligsäure in den Vorbehälter *II*, worin sie den Bodensatz aufrührt. Da dieser sich wieder setzt, so gelangt die wässrige Säure ganz rein durch Rohr *d* in den Sammelbehälter *III*. Durch Hahn *c* fliesst kaltes Wasser in den Behälter *I* und der Ueberschuss von unten nach oben durch Rohr *b* ab, während dies umgekehrt richtiger wäre.

Dr. Karl Kellner bedient sich der in Fig. 1585 skizzirten Einrichtung zum Kühlen und Verdichten der Abgase. Schwefligsäure und Dampf treten bei *a* in die Bleirohrschlange *b*, verdichten sich darin und fliessen bei *c* als wässrige schweflige Säure ab. Das Kühlwasser fliesst durch Rohr *d* in den Innenraum *f*, steigt am Boden zwischen den Wänden und um die Kondensschlange auf und fliesst durch Ueberlaufrohr *g* ab.

Die Herren Viggo Drewsen und Hartwig und Carl Bache-Wiig in Christiania erkannten, dass die Sulfitlauge eine höhere Temperatur ertragen kann, als man bisher angenommen hatte, ohne nennenswerthe Mengen Schwefligsäure zu verlieren. Sie vermeiden desshalb alle bisher erwähnten Umwege und leiten die Abgase unmittelbar in die zum Einfüllen in die Kocher bestimmte Sulfitlauge. Sie

reichern dadurch nicht nur die Sulfitlauge mit Schwefligsäure an, sondern benutzen auch die Abgase zu deren Erwärmung und vermindern dadurch die zum Kochen erforderliche Zeit. In dem amerikanischen Patent Nr. 492 196 beschreiben sie das Verfahren und die in Figg. 1586/7 dargestellte Einrichtung folgendermaassen:

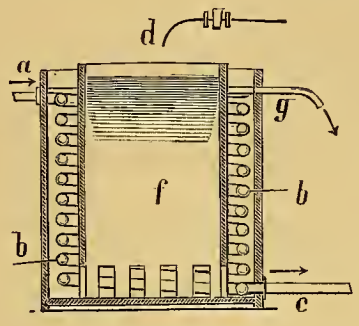
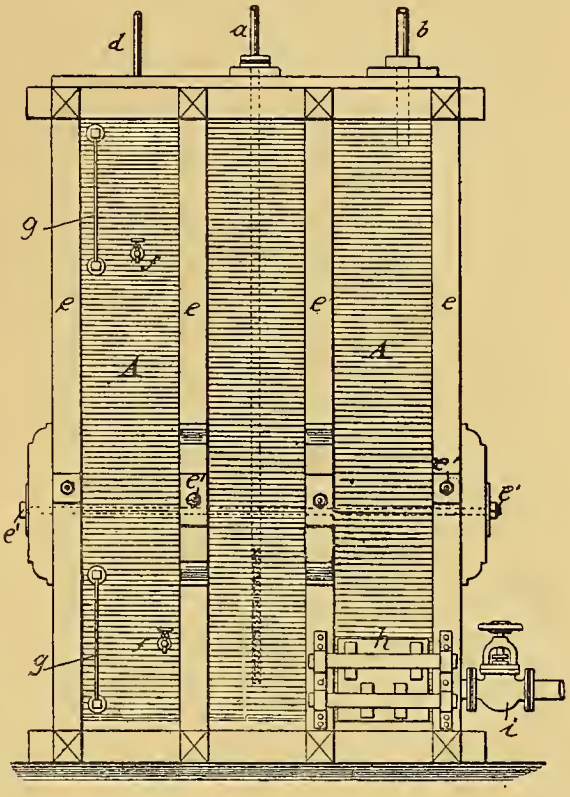



Fig. 1585.

Fig. 1586.




In dem mit Blei ausgekleideten Bottich *A* ist die für die nächste Kochung bestimmte Lauge untergebracht. Der Bottich ist oben geschlossen und in der Mitte mit einem zur Einführung der Gase aus dem Kocher dienenden Rohr *a* versehen, welches beinahe bis zum Boden reicht und unten seitlich siebartig durchlöchert ist. Ein zweites kurzes Rohr *b* dient zum Einführen der Lauge, während ein drittes kleineres Rohr *d* beim Einfüllen der Lauge die Luft entweichen lässt. Ausserdem ist der Bottich mit Flüssigkeitsstandzeigern *g* und Probirhähnen *f* zum Abziehen kleiner Flüssigkeitsmengen versehen. Unten ist ein Mannloch *h* und ein mit Ventil versehener Rohrstutzen *i* angebracht, durch welchen die Lauge nach dem Kocher geleitet wird. Die Wände des Bottichs sind durch Balken *e* gestützt, die durch Querbolzen $e^1$ zusammengehalten werden. Die Gase treten unter Druck aus dem Kocher durch das Rohr *a* in den untern Theil des Bottichs und steigen durch die Lauge nach oben, wobei unter Erwärmung der Lauge die schweflige Säure durch die Lauge absorbirt wird, deren Stärke dabei um etwa 1,5° B. zunimmt, sodass sie nunmehr 3,42 pCt. freie und 1,99 pCt. an Kalk gebundene, also im ganzen 5,41 pCt. schweflige Säure enthält, welche 27,5 kg Schwefel in einem Kubikmeter Lauge entspricht. Der Verbrauch an Schwefel auf die Tonne Zellstoff soll dabei von 181 kg auf 157,4 kg und infolge Vorwärmung der Kochlauge von 15 auf 60° C. der Kohlen-Verbrauch erheblich verringert werden.

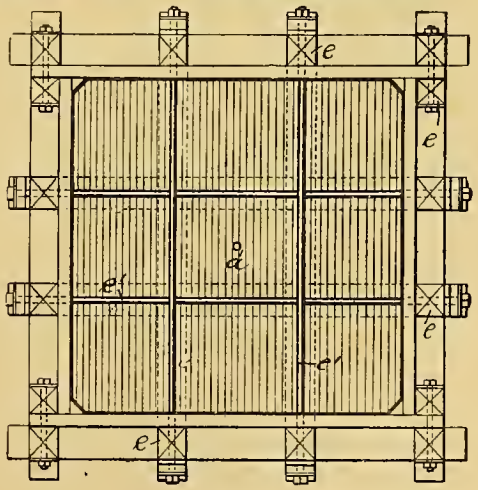



Fig. 1587.

Bei der in Fig. 1584 skizzirten Einrichtung kann man die Abgase, ohne die Kühlschlange zu benutzen, durch das eingezeichnete Verbindungsrohr unmittelbar in den Behälter *II* treten lassen, um die erwähnten Vortheile zu erzielen.

Die beiden Laugenbehälter der neuen Aschaffenburger Sulfitstoff-Anlage, von denen einer in Figg. 1494—6 auf Seite 1512 dargestellt ist, sind luftdicht geschlossen und auf halber Höhe durch ein 120 mm weites Bleirohr verbunden. Die Abgase werden durch ein 80 mm weites Rohr bis nahezu auf den Boden des Behälters geführt, welcher auch die Thurmlaugen aufnimmt, und treten dort durch viele Löcher der waagrechten Verlängerung aus. Die auf solche Weise angereicherte und erwärmte Lauge tritt durch das erwähnte Verbindungsrohr in den zweiten Behälter, aus dem sie nach Bedarf entnommen wird.

Laugen, die mit Kalkmilch in Bottichen hergestellt sind, können in gleicher Weise durch Einleiten der Abgase mit Schwefligsäure angereichert und erwärmt werden. Da man jedoch Bottich-Laugen bei der ursprünglichen Herstellung leicht die erforderliche Säure geben kann, während dies bei Thurm-Laugen schwieriger ist, so bedürfen sie in vielen Fällen keiner Anreicherung. Die Laugen werden dann durch Einleiten der Abgase manchmal saurer als erwünscht ist und bewirken Unregelmässigkeiten beim Kochen, wenn sie nicht sorgfältig geprüft und auf die richtige Zusammensetzung gebracht sind. Dies kann sehr leicht dadurch geschehen, dass man der Lauge, welche durch die Abgase zu reich an freier Säure geworden ist, soviel Kalkmilch zufügt, als nöthig ist, um ihr die ursprüngliche Grädigkeit wiederzugeben.

In einer deutschen Fabrik wurde durch häufige Untersuchung der Lauge während des Einleitens der Abgase gefunden, dass die Lauge nur bis zu einem gewissen Punkte durch das Einleiten der Abgase mit freier Säure bereichert wird. Im Anfang des Abblasens bringt der Dampf am meisten Schwefligsäure mit, wie man daraus erkennt, dass der Gehalt der Lauge, welche die Abgase aufnimmt, einen erheblichen Zuwachs an freier Säure zeigt. Dieser Zuwachs nimmt jedoch stetig ab, und es kommt ein Augenblick, wo der eingeleitete Dampf nicht nur keine Säure-Vermehrung, sondern sogar Säure-Verminderung verursacht, die bis zum Ende anwächst. Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, dass während des Abblasens nach beendeter Kochung in dem Maasse, wie mit Schwefligsäure gesättigtes Gas fortgeht, der Gehalt der Kochflüssigkeit an freier Schwefligsäure abnimmt, und von der Kochflüssigkeit an den Gasraum immer weniger Schwefligsäure abgegeben wird. Infolgedessen tritt ein Zeitpunkt ein, wo das abströmende Gemisch aus Wasserdampf und Schwefligsäure von letzterer so wenig enthält, dass die fertige Lauge nicht mehr verstärkt, sondern verdünnt würde. Es empfiehlt sich desshalb, diesen Zeitpunkt zu ermitteln, vorher mit dem Einleiten der Abgase aufzuhören und diesen dann in einer Kondensschlange oder in andrer Weise den Rest der Schwefligsäure zu entziehen.

Die gelbliche Färbung, welche die mit abgeblasenem Gas hergestellte Lauge annimmt, hat keinen Einfluss auf den damit gekochten Stoff.

**548. Aufbereitung des Sulfitstoffs.** In diesem Abschnitt sollen die Verfahren beschrieben werden, nach denen man den aus den Kochern kommenden Sulfitstoff behandelt, bis er in versandtfähige Form gebracht wird. Die mit Sulfitlauge gekochten Holzstückchen zeigen beim Verlassen der Kocher, obwohl ihnen die Inkrusten grösstentheils entzogen sind, ihre ursprüngliche Form, die Fasern sind nicht getrennt oder vereinzelt, sondern in verschieden starken Bündeln vereint. Diese Bündel müssen in ihre Einzelfasern zerlegt werden, damit man etwa

darin befindliche Aeste oder Asttheilchen und sonstige Verunreinigungen, sowie von Inkrusten und Lauge zurückgelassene Stoffe ausscheiden und gründlich waschen kann. Wenn hierbei eine Zerkleinerung der Aeste oder andern unreinen Theile stattfände, so wäre es nachher nicht mehr möglich, diese kleinen, meist dunkelgefärbten Theilchen aus dem Stoff zu scheiden, sie würden bei späterem Mahlen des Stoffs noch weiter zerkleinert und als zahllose dunkle Punkte oder Streifen im Papier erscheinen. Man muss daher die Aufbereitung so führen, dass möglichst nur die guten reinen Fasern zerlegt und vertheilt werden, die Aeste und andere Verunreinigungen aber unverändert bleiben, damit sie durch ihre Grösse und Gewicht abgeschieden werden können. Bei der Aufbereitung in Holländern ergab sich, dass man Bronzeschienen anwenden musste, um Verunreinigung des Stoffes durch Eisenrost zu vermeiden. Aber auch mit solchen Schienen ist es schwierig, die Fasern zu trennen, ohne Aeste zu zerkleinern.

Mitscherlich beschreibt in seinem amerikanischen Patent Nr. 284319 vom 12. Juli 1883 das in Figg. 1588 und 1589 dargestellte Stampfwerk, welches die erwähnten Erfordernisse erfüllen sollte. Es besteht aus einer Reihe hölzerner Stampfen $h$, welche nacheinander mittels Daumen $h^2$ von dem sich drehenden Cylinder $h^1$ gehoben werden. Die Stampfen gehen in geneigter Lage derart auf und nieder, dass der Stoff nicht mehrmals an derselben Stelle getroffen wird und sich härtere Theile, wie Aeste, die sonst von den Stampfen zerkleinert würden, von den weicheren lösen. Die Stampfen berühren den Boden nicht, sind auch von den geneigten Seitenwänden des Troges $D$ etwas entfernt, drücken und reiben desshalb den Stoff nur, ohne die Knoten und Aeste zu zermalmen.

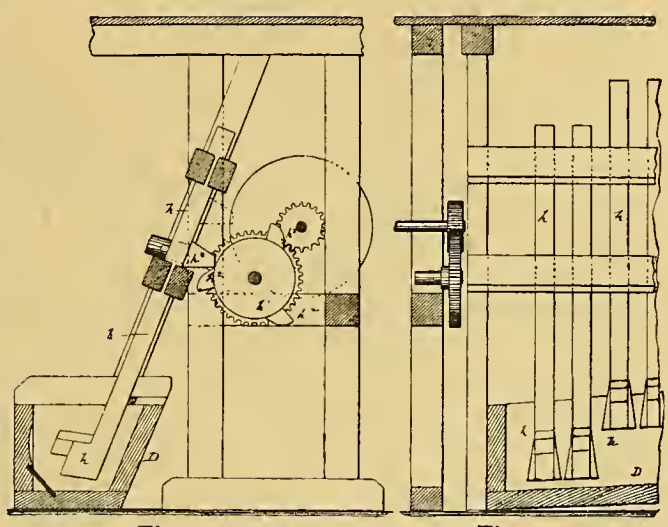


Fig. 1588. Fig. 1589.

Der gekochte Stoff wird am untern Ende des Trogs aufgegeben, das Wasser am obern, und die Stampfen fallen derart, dass sich die ganze Masse auf dem geneigten Boden nach aufwärts bewegt. Hiermit lässt sich ordentliches Waschen und Auslösen der Fasern erreichen, ohne dass letztere angegriffen werden. Anstelle des mit jedem Schlage ausgepressten Wassers wird rasch wieder frisches aufgesaugt.

Die Stampfwerke führten die Arbeit, wie von Mitscherlich beschrieben, aus und wurden anfangs nicht nur in den nach seinem Verfahren arbeitenden, sondern auch in vielen anderen Fabriken benutzt. Sie erforderten jedoch wie ihre Vorbilder, die Stampfwerke der alten Büttenpapiermühlen, viele Unterhaltungskosten und leisteten im Verhältniss zu dem beanspruchten Raum, zu Anlage- und Betriebskosten zu wenig. Sie wurden, wie die Stampfwerke der Papiermüller von den Holländern, beinahe überall durch Auflöse-Einrichtungen mit Drehbewegung verdrängt.

Der von den Stampfern kommende Stoff wurde in den meisten Fabriken, mit viel Wasser gemischt, über lange Sandfänge geleitet, wo demselben Gelegenheit gegeben war, alle schwereren Theilchen abzusetzen, sodass nur reine Fasern in dem Stoffstrom blieben. In den nun folgenden besondern oder zur Abpressmaschine gehörigen Knotenfängen wurden noch etwaige Verunreinigungen oder grobe Theilchen zurückgehalten.

Die Maschinenfabrik H. Füllner in Warmbrunn in Schlesien hat zuerst für Kommerzienrath Behrend in Hammermühle bei Varzin nach dessen Angaben

Fig. 1590.

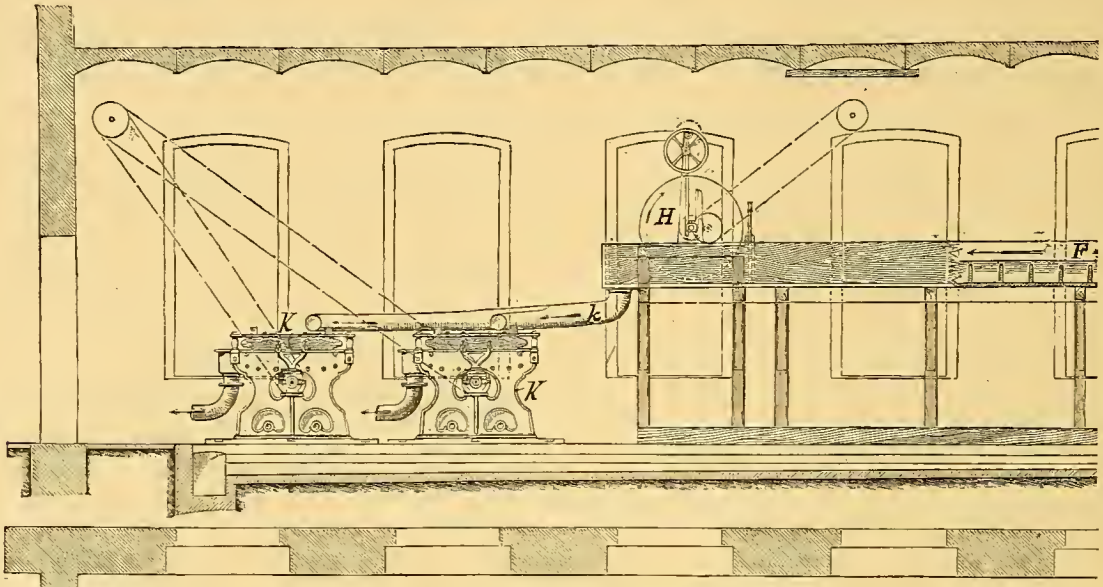
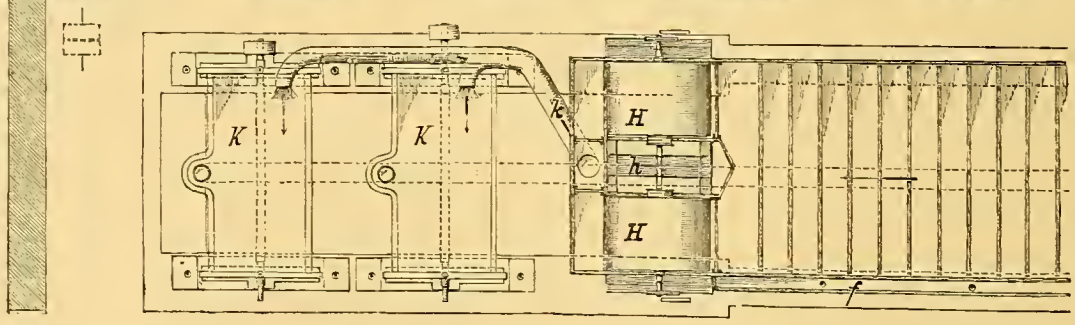



Fig. 1591.




eine Einrichtung gebaut, die in Figg. 1590 und 1591 in Aufriss-Schnitt und Grundriss in 1:100 der wahren Grösse dargestellt ist.

Der Stoff wird, nachdem er aus dem Kocher gekommen und etwas abgespritzt ist, in ziemlich dickem Zustand in den ausserhalb des Aufbereitungs-Saales stehenden offenen Trog *A* gegeben, worin zwei mit Stiften besetzte Wellen *a* in gleicher Richtung mit je 40 bis 80 Drehungen in der Minute umlaufen. Die in hölzernen Wellen sitzenden Stifte bestehen aus amerikanischem Hickory-Holz, welches sich zu diesem Zwecke bewährt hat. Zwischen diesen ineinandergreifenden Stiften werden die Faserbündel aufgelöst, d. h. so zerrieben, dass sie in Fasern

zerfallen, aber doch nicht stark genug angefasst, dass die darin befindlichen Aeste und harten Stücke eine Zerkleinerung erfahren.

Die Plungerpumpe *B* nimmt den Stoff aus dem Doppelrührer-Trog und liefert ihn durch Rohr *b* in den Stoffeinlauf eines geschlossenen kegelförmigen Behälters *C*, welcher nur mit einem Rührer von der in *A* umlaufenden Art versehen ist. In diesem wird die Zerfaserung beendet, und der beim Austritt mit viel Wasser vermengte Stoff läuft durch Trog *d* in den als Astfang dienenden Absatzkasten *D*. Hier kommt aus den Spritzrohren $d^2$ ein Regen nieder, welcher etwa an den Aesten hängende Fasern ablöst und den Stoff so verdünnt, dass

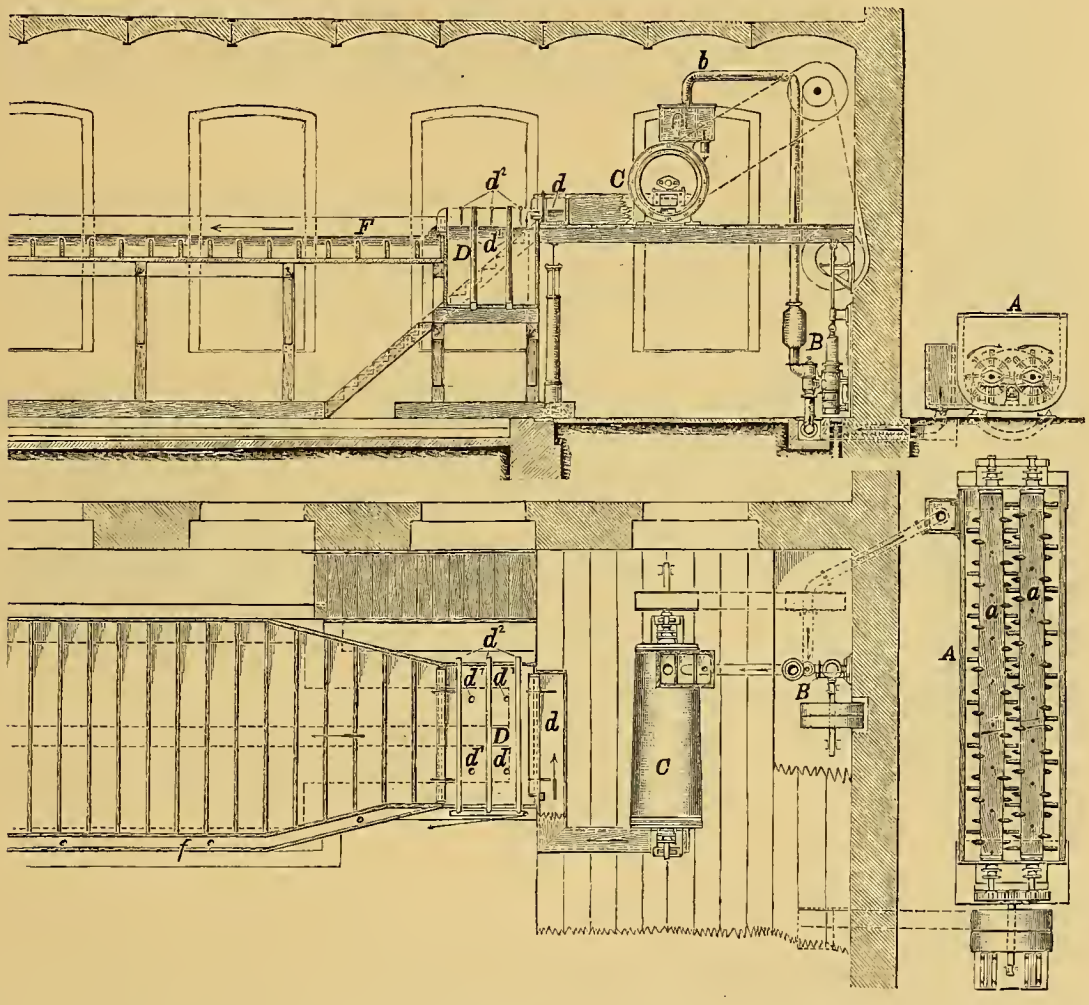



Fig. 1590.




Fig. 1591.

sich alle schwereren Theile, wie Aeste, leicht ablagern. Die vier über den Stoff herausragenden hölzernen Stöpsel $d^1$ schliessen ebenso viele Waschöffnungen, die rasches Auswaschen ermöglichen.

Bei spätern Füllner'schen Anlagen solcher Art zeigte sich, dass eine Rühreinrichtung zum Aufschlagen des Stoffes genügt, und infolgedessen setzt Füllner seitdem den Doppelrührer *A* ins Innere des Aufbereitungssaales, lässt *C* weg, und pumpt den

Stoff aus *A* unmittelbar in den Astfang *D*. Er verwendet die offenen Doppelrührer *A*, weil man deren Arbeit sehen, überwachen, nöthigenfalls helfend eingreifen kann und Verstopfungen vermeidet, die bei geschlossenen Gefässen wie *C* manchmal eintreten.

Aus dem tiefern Theil *D* des Astfangs fliesst der Stoff auf den flachen Sandfang *F*, dann zu den Waschtrommeln *H*, deren innere Lager auf der Insel *h* angebracht sind. Der hier entwässerte Stoff vereinigt sich wieder in der Mitte, um durch Rohr *k* in zwei Gould'sche Knotenfänge *K* abzufliessen, deren Bauart auf Seiten 555 bis 558 beschrieben ist. Jede von zwei Querleisten begrenzte Abtheilung des Sandfangs *F* ist nach der seitlichen Rinne *f* hin mit einer aushebbaren Wand versehen, welche hochgezogen wird, wenn man den Inhalt entfernen, also den Sandfang reinigen will. Um diese Reinigung auszuführen, treibt man aus jeder Abtheilung von der andern Seite her mit einem

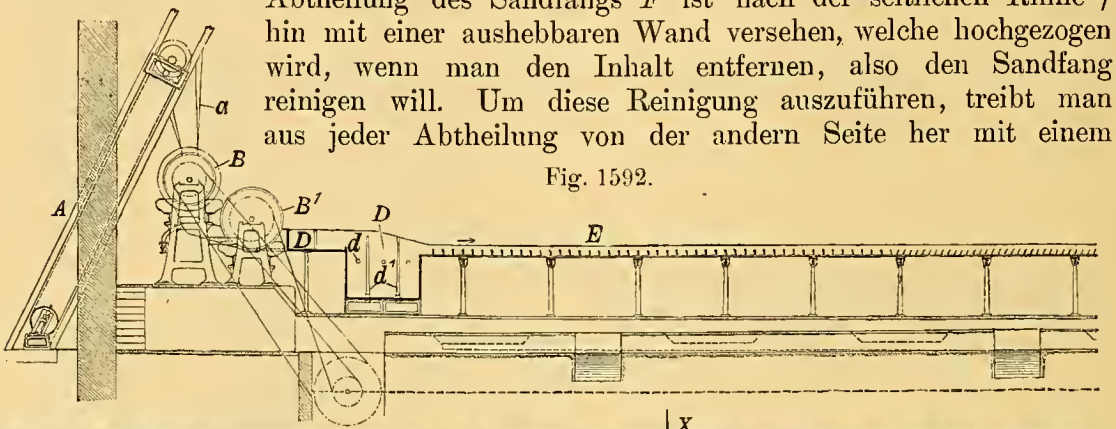



Fig. 1592.

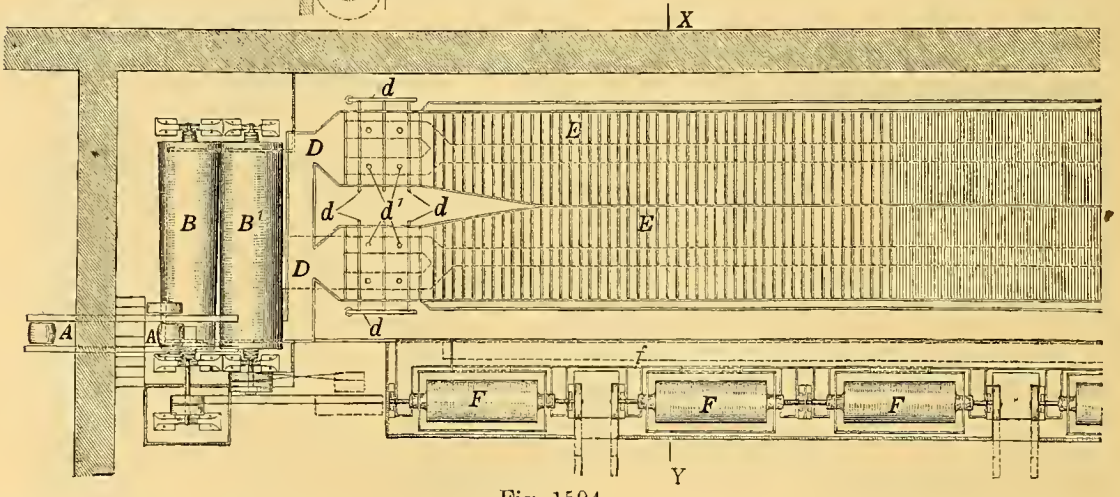



Fig. 1594.

Spritzschlauch den Inhalt in die Rinne *f*, wo er durch im Boden angebrachte Löcher abfliesst.

Die Gould'schen Knotenfänge werden von Füllner gebaut und angewendet, weil sie grosse Mengen Stoff verarbeiten und desshalb mit sehr fein geschitzten Platten versehen werden können. Manche Fabrikanten benutzen an deren Stelle andere Sortirer, Schüttelsiebe und dergl.

Da alle Theile der Einrichtung offen liegen, so tritt nirgends Verstopfung ein, sie lassen sich leicht überwachen und beanspruchen wenig Kraft. Es scheint desshalb begreiflich, dass die beschriebene Anlage bei einem Kraftbedarf von 10 bis 15 Pferdestärken bis zu 10000 kg Stoff in 24 Stunden aufbereiten soll.

Die Maschinenfabrik Aktien-Gesellschaft, vorm. Wagner & Co. in Cöthen hatte bis 1894 etwa 50 Sulfitstoff-Fabriken mit einer Aufbereitungs-Einrichtung versehen, die lange geheim gehalten wurde. Sie war so freundlich, dem Verfasser Zeichnungen und Beschreibung derselben zu liefern, wonach der in 1:150 der wahren Grösse in Fig. 1592 dargestellte Längsschnitt, der Querschnitt Fig. 1593 nach $X$-$Y$ und der Grundriss Fig. 1594 ausgeführt sind.

Der aus dem Kocher kommende Sulfitstoff wird von einer Förder-Einrichtung $A$ in den Speisetrichter $a$ der Zerfaserungs-Trommel $B$ abgeliefert. Ueber die obere angetriebene und untere mitgenommene Trommel von $A$ läuft ein Hanfgurt, an dem Becher aus kräftigem Kupferblech mit Metallschrauben befestigt sind, die den Stoff unten einnehmen und oben ausgiessen. Der Gurt kann durch Verstellen der untern Walze mit Schrauben gespannt erhalten werden. Die obere Walze macht 15 Umdrehungen in der Minute, und alle Wellen, sowie andere Eisen-

Fig. 1592.

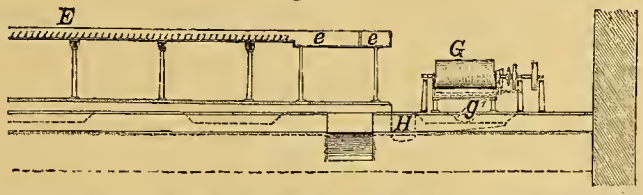
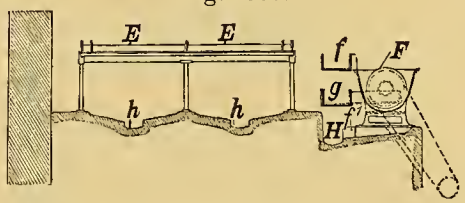



Fig. 1593.



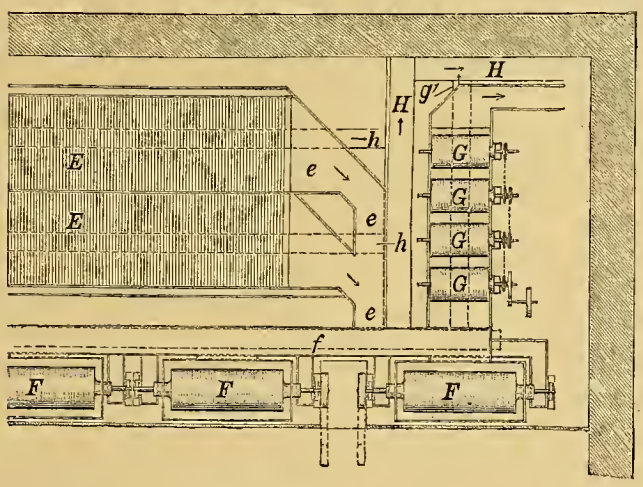




Fig. 1594.

theile, welche mit dem Gurt in Berührung kommen, sind verkupfert. Statt des Gurtes werden auch endlose Ketten aus Phosphorbronce und Broncebecher benutzt.

Die Zerfaserungseinrichtung ist in Fig. 1595 in Aufriss-Schnitt und in Fig. 1596 in Seitenansicht in 1:80 der wahren Grösse besonders dargestellt. Der bei $b$ in die obere Trommel $B$ gelangende Stoff wird hier von den schräg stehenden Rührarmen erfasst, umhergeschleudert und allmälig zum Ausgang $b^1$ befördert, fliesst hier durch einen Kanal $b^2$ in die zweite Trommel $B^1$ und erfährt nochmals dieselbe Behandlung wie in $B$. Beide Trommeln sind kegelförmig, nehmen den Stoff am engern Ende auf und liefern ihn am weitern ab. Durch ein Spritzrohr $b^3$ kann man den Stoff im Kanal $b$ verdünnen und schieben. Nachdem der Stoff durch $B^1$ gegangen ist, fliesst er durch Rinne $b^4$ in den Astfang $D$ (Figg. 1592/4), wo er aus Spritzröhren $d$ Verdünnung erfährt und grobe Splitter, Aeste, Sand und Gips grösstentheils absetzt. Die im Boden angebrachten Waschlöcher sind mit Holzstöpseln $d$ verschlossen. Die Grösse des Astfangs muss nach der Vorbereitung und Beschaffenheit des Holzes, aber stets reichlich genommen werden.

Der Astfang *D* findet seine Fortsetzung in dem flachen Sandfang *E*, wo die Ablagerung von Aesten und anderen schweren Theilen durch Querleisten verschiedener Art erleichtert wird. In der 1892 eröffneten Zellstoff-Fabrik Feldmühle bei Cosel in Schlesien sind die Sandfang-Rinnen *E* mit Kröpfen von der in Fig. 1597 skizzirten Art versehen. Jeder Kropf besteht aus einem bis auf den Fussboden reichenden Schacht *b*, dessen oberer Theil durch eine Querwand so getheilt ist, dass aller Stoff in der Richtung des Pfeils durch den tiefsten Theil des Kropfes fliessen muss. Dort bleiben die schweren Theile, wie Aeste usw. liegen und können

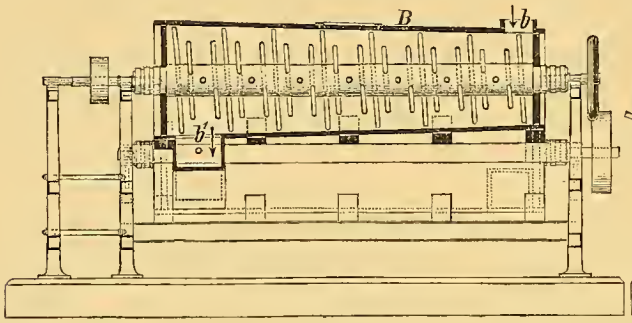



Fig. 1595.

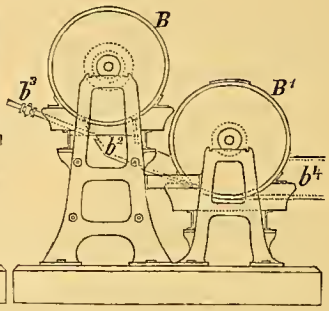



Fig. 1596.

von da herausgenommen werden. An der Oberfläche bei *a* sammeln sich die harzigen Theile. Die an beiden Seiten von *E* befindlichen schmalen Kanäle dienen wie *f* in Fig. 1591 zum Auswaschen des Tisches *E*. Durch die vom Tisch *E* ausgehenden Rinnen *e* fliesst der Stoff in die obere Seitenrinne *f*, aus welcher er sich auf die Splitterfänge *F* vertheilt. Der Stoff, welcher fein genug ist, um durch deren Oberfläche ins Innere zu gelangen, fliesst an beiden Seiten der Cylinder *F* wieder aus und in die untere Rinne *g* (Fig. 1593), die ihn den Waschtrommeln *G* zuführt. Hier wird der Stoff vom grössern Theil seines Wassers befreit und fliesst verdickt in der Richtung des Pfeils weiter. Die Waschwasser fliessen aus gemauerten Seitenrinnen $f^1$ $g^1$ *h* in den tiefen Kanal *H*, welcher sich vor den Splitterfängen sowie zwischen Astfang *E* und Waschtrommeln *G* hinzieht und die Abwässer in der Richtung der Pfeile fortnimmt.

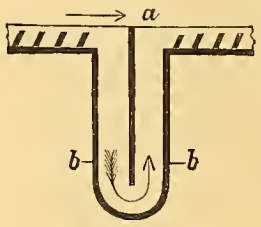



Fig. 1597.

Mit der beschriebenen Einrichtung soll man in 24 Stunden 12 000 kg Stoff aufbereiten können. Nach bisherigen Erfahrungen empfiehlt es sich, die Anlage nicht zu vergrössern, sondern deren mehrere anzuwenden, wenn mehr Stoff verarbeitet werden muss.

Ein Splitterfang *F* ist in Figg. 1598 und 1599 in Aufriss-, Längs- und Querschnitt in 1 : 50 der wahren Grösse dargestellt. Der Stoff strömt, wie der Pfeil in Fig. 1599 andeutet, von oben in den Kasten *K* und dringt, soweit er in Fasern zerlegt ist, durch die Schlitze der drei abnehmbaren Kupferplatten, aus denen die Cylinderfläche der Trommel *F* besteht. Der ins Innere der Trommel *F* gelangte feine Stoff fliesst durch die hohlen Zapfen *l* und hölzerne Rinnen *p* zu beiden Seiten ab. Die Schnelligkeit, mit welcher der Stoff in den Cylinder *F* dringt, hängt davon ab, wie viel höher der Stoff aussen im Kasten steht als im

Innern von *F*, und wird durch 6 Schaufeln *m* unterstützt, welche sich in der Richtung des Pfeils (Fig. 1599) drehen, Ansammlungen am Boden verhindern und den Stoff heben. Der Kasten *K* besteht aus Holz oder aus Eisen mit dreimaligem Anstrich aus säurebeständiger bewährter Farbe. Das Spritzrohr *s* (in Fig. 1598 weggelassen) hält den Cylinder rein und verdünnt den Stoff. Der Boden des Kastens *K* fällt nach der Mitte zu und hat dort ein Ablassventil *n*, welches, unterstützt von Wasserstrahlen aus den Kupferröhren *r*, Ausspülung der Splitter ohne Betriebsstörung und erheblichen Stoffverlust ermöglicht. Die lose und feste Riemscheiben *R* werden so auf die Welle gesetzt, dass die feste dem Cylinder *F* entgegen dem Einlauf des Stoffs 50 bis 55 Umdrehungen in der Minute giebt.

Bei der Natron-Zellstoff-Fabrikation erzielte man, wie Seite 1392 beschrieben, schon zu Anfang ihrer Einführung die Zertheilung der Faserbündel dadurch, dass der Inhalt der Kocher unter hohem Dampfdruck ausgeblasen und an einer festen Wand in geschlossenem Behälter zerschmettert wurde. Viele amerikanische Sulfitstoff-Fabrikanten wenden dieses Verfahren gleichfalls an, die meisten deutschen aber, welche es eingeführt hatten, gaben es wieder auf, weil man damit den Grad der Zerfaserung zu wenig regeln kann. Die Faserbündel

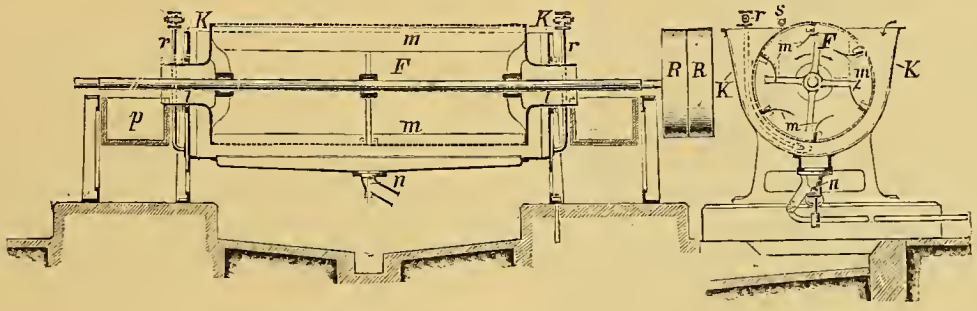



Fig. 1598.




Fig. 1599.

werden theils zu wenig, theils zu viel aufgeschlossen, d. h. die Aeste und anderen unreinen Theile werden manchmal auch zerkleinert. Ausserdem muss man, um den nöthigen Druck zu erhalten, einen Theil der im Kocher befindlichen gasförmigen Schwefligsäure verloren geben, da man sie nicht zurückgewinnen kann.

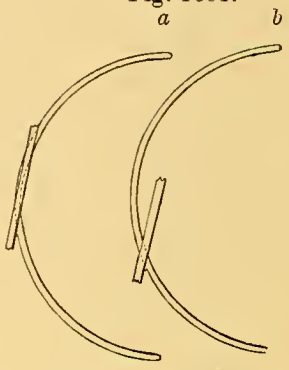
Die amerikanischen Fabrikanten suchen ihren Vortheil in erster Linie darin, dass sie mit wenig Anlagekapital und Arbeitskräften möglichst viel Zellstoff herstellen. Sie kürzen desshalb die Kochzeit soweit wie zulässig und wollen besonders die Entleerung möglichst rasch ausführen. Hierzu ist das Ausblasen sehr dienlich, und nach einem neuern Verfahren wird der aus ihren senkrechten Kochern unten austretende Stoff beim Auslass-Stutzen mit Wasserstrahlen vermischt, sodass er schon hier eine erste Waschung erfährt, und die folgende Reinigung erleichtert wird. Jedenfalls hat das Ausblasen den Vortheil, dass der Stoff, da er schon stark zerfasert ist, im Ausblasbottich rascher und mit weniger Wasser gründlicher gewaschen wird als im Kocher.

Nach den Beobachtungen und Erfahrungen der Firma Wagner & Co. sind Schüttelsiebe zum Aussortiren der Splitter nicht geeignet, weil diese sich bei der Schüttlung häufig senkrecht stellen und entweder durch die Schlitze gehen oder

dieselben verstopfen. Geradlinige Schlitze sind nach deren Erfahrung für die Platten der Cylinder *F* ungeeignet, weil sie wohl Knoten zurückhalten, die bei gut aufbereitetem Zellstoff schon vorher entfernt sein sollten, aber die stets geraden Splitter durchschlüpfen lassen. Die Verstopfungen, welche durch Festsetzen von Splittern in den Schlitzen hervorgerufen werden, erschweren den Betrieb und vermindern die Leistung. Die Platten der Cylinder *F* sind desshalb mit ringsegmentförmigen patentirten Schlitzen versehen. Zur Klarstellung der Wirkung dieser Schlitze sind in Fig. 1600 zwei gerade und in Fig. 1601 zwei Ringsegment-Schlitze von 0,4 mm Schlitzweite in dreifacher Vergrösserung skizzirt, wobei angenommen ist, dass Splitter von etwas weniger als 0,4 mm Dicke über die Schlitze gleiten. Bei geraden Schlitzen nach Art von Fig. 1600a würde der Splitter sofort durchgehen, bei Fig. 1600b sich in vielen Fällen drehen, bis er in die gleiche Lage kommt wie Fig. 1600a, und dann ebenfalls durchschlüpfen. Figg. 1601a und b zeigen denselben Splitter bei Ringsegment-Schlitzen.

Fig. 1600.

Fig. 1601.




Figg. 1602. 1603.

Sichelförmige Schlitze von der in Fig. 1602 skizzirten Art würden wenig Fasern durchlassen und sich bald verstopfen, während durch Ringsegmente nach Fig. 1603 genau soviel Stoff dringen soll wie durch gerade von gleicher Weite. Platten mit Ringsegment-Schlitzen fangen übrigens auch Knoten ab, wenn der Stoff die erforderliche stärkere Verdünnung erhält; dabei verstopfen sie sich fast nie, wenn sie in geeigneter Weise geschnitten und angeordnet sind, und sollen wenig Ausbesserung benöthigen. Fig. 1604 zeigt solche Schlitze in wahrer Grösse, für die meist eine Weite von 0,5 bis 0,6 mm genommen wird. Dieselben lassen in gleicher Zeit weniger Stoff durchgehen als gerade, sollen aber so gut sortiren, dass viele Fabrikanten nach langer Erprobung dieselben vorziehen und soviel mehr davon aufstellen, als die zu reinigende Stoffmenge erfordert.

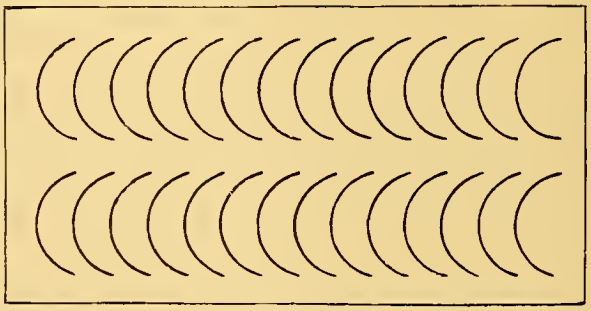
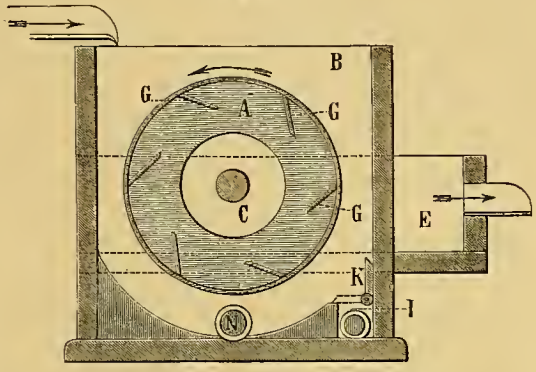


Fig. 1604.

**549. Splitterfänge, Sortirer, Reiniger.** Bei den meisten Aufbereitungs-Verfahren geht der Zellstoff schliesslich durch eine Einrichtung irgendwelcher Art, die nur gute Fasern durchlassen, aber Splitter, Knoten u. dergl. zurückhalten soll Die bei den Papiermaschinen zu ähnlichem Zweck dienenden Knotenfänge werden auch zu solcher Reinigung von Zellstoff benutzt. Der auf Seiten 566 bis 568 beschriebene Drehknotenfang von Chr. Wandel in Reutlingen, Württemberg, hat

infolge der bei seiner Verwendung für Sulfitstoff gemachten Erfahrungen so viele Abänderungen erfahren, dass der in solcher Weise entstandene, in Figg. 1605 und 1606 in Aufriss-Schnitt und Grundriss dargestellte »Cellulose-Reiniger« als eine andere Maschine gelten kann.

Fig. 1605.




Ein Knotenfang-Cylinder *A* mit längsgeschlitzten Platten und durchgehender Welle ist in einem hölzernen Trog *B* waagrecht gelagert. Die Hälse desselben gehen an beiden Seiten durch die Seitenwände des Troges und sind an letzteren mittels der Stopfbüchsen *FF* abgedichtet. Der Cylinder *A* wird nicht geschüttelt, wie der des Seite 566 beschriebenen Knotenfangs, sondern dreht sich in der dem Stoffzulauf entgegengesetzten Richtung 40 bis 50 mal in der Minute. Die rings um den Cylinder *A* angebrachten Längsrippen reissen infolge der raschen Drehbewegung soviel Stoff mit, dass die Oberfläche beständig damit bedeckt ist, und halten auch die flüssige Masse derart in Bewegung, dass sich keine Fasern abscheiden. Letztere schwimmen vielmehr, soweit sie fein genug sind, durch die Längsschlitze des Cylinders von aussen nach innen, von da durch die Hälse *C* in die Rinnen *D* und *E*, von wo sie meist auf ein anschliessendes Entwässerungs-Sieb gelangen. Der Ausfluss des ins Innere gedrungenen Stoffs nach beiden Seiten wird durch schräggestellte Schaufeln *G* unterstützt. Die ungenügend gekochten und zerfaserten Holzstückchen, Splitter usw. sinken allmälig zu Boden und werden durch die Drehbewegung des Cylinders in die Rinne *I* getrieben, wo sie sich ablagern. Durch zeitweises Schliessen der Klappe *K* wird diese Rinne vom übrigen Raum des Kastens abgesperrt und kann ohne Betriebsstörung durch Oeffnen des Ablaufrohrs *L* unter Mitwirkung eines durch Rohr *M* eintretenden Wasserstrahls ausgespült werden. Nachdem die Röhren *L* und *M* geschlossen sind und Klappe *K* wieder geöffnet ist, beginnt die Ablagerung der aussortirten Stofftheile in der Rinne *I* aufs neue. Zum gänzlichen Entleeren des Trogs dient die Oeffnung *N*, welche auch im Boden des Trogs angebracht werden kann.

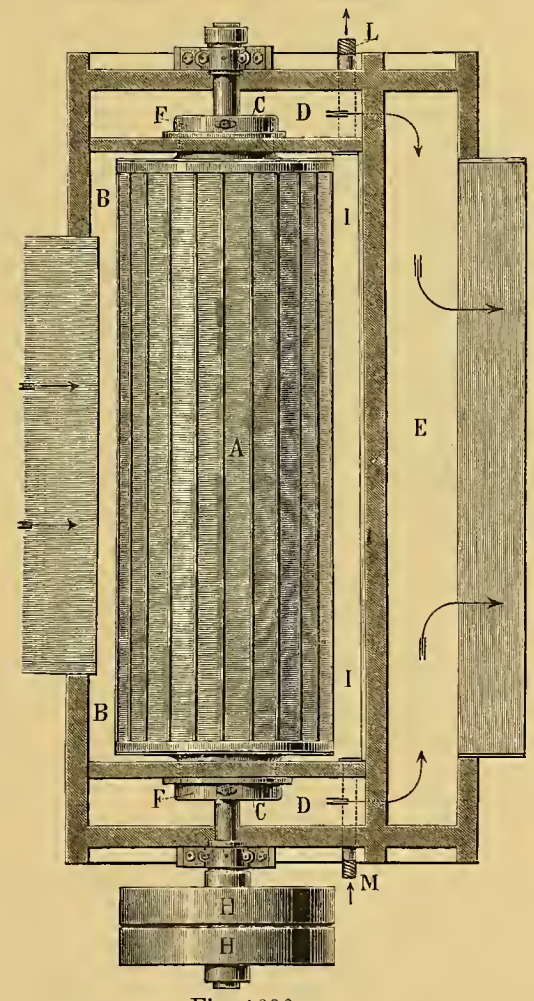



Fig. 1606.

Der Antrieb erfolgt durch die Voll- und Leerscheiben *H H*. Die Stirnseiten der Cylinder lassen sich nach Lösen einiger Schrauben abnehmen, sodass man das Innere leicht reinigen und ausbessern kann. Die Stopfbüchsen *F* verursachen, da sie stets dicht sein müssen und desshalb stark angezogen werden, viel Reibung, also auch Abnutzung und Kraftverlust. Sie sind desshalb in den letzten Jahren durch die in Fig. 1607 dargestellte patentirte Dichtung mit Wasserdruck ersetzt worden. Um den Cylinderhals *c* ist ein Ring *r* von muschelförmigem Querschnitt gelegt, in dessen inneren, dem Cylinderhals zugekehrten Hohlraum *a* durch eine Röhre *d* beständig Wasser unter einem Druck zugeführt wird, der grösser ist, als der Druck der ausserhalb des Cylinders befindlichen Stoffflüssigkeit. Eine Wassersäule von etwa 2 m ist hierzu schon ausreichend

Dieser Abdichtungsring $r$ ist mittels einer Gummi- oder Filzplatte $b$ mit der Trogwand verbunden und wird durch Stellschrauben $S$ in Verbindung mit den Gummipuffern $g$ an die Stirnseite des Cylinderhalses leicht angedrückt. Die Gummi- oder Filzplatte bildet somit die Verbindung zwischen Trog und Cylinderhals und ist durch Metallringe einerseits an die Trogwand bei $b$ gepresst, anderseits an den Dichtungsring $r$ geschraubt. Während der Arbeit findet zwischen dem feststehenden, hohlen Abdichtungsring $r$ und dem kreisenden Cylinderhals $c$. soweit es der geringe Spielraum zwischen beiden gestattet, beständig leichtes Ausfliessen von Wasser unter einem Druck statt, welcher das Eindringen von Stofffasern in die Abdichtung unmöglich macht.

Diese Wasserdichtung erfüllt ihren Zweck auch, wenn der Cylinderhals nicht mehr genau richtig liegt, weil die Gummi-Puffer $g$ und -Platte $b$ dem Dichtungsring $r$ gestatten, etwaigen exzentrischen Bewegungen des Cylinderhalses leicht zu folgen. Durch dieselbe soll auch der Kraftverbrauch von $1^1/_2$ bis 2 PS auf kaum die Hälfte vermindert sein. Die Cylinder bestehen aus hartgewalzter, zinkfreier Phosphorbronze von etwa 10 pCt. Zinngehalt, und die Schlitze sind so nahe zusammengerückt, dass sie bei einem Cylinder von 2 m Länge und 720 mm Durchmesser mehr als 1000 m Gesammtlänge haben. Die frühere Schlitzweite von 0,6 bis 0,8 mm konnte infolge der grossen Leistung vielfach auf 0,35 bis 0,4 mm herabgesetzt werden. Die Anwendung so feiner Schlitze setzt jedoch voraus, dass der Stoff weich gekocht ist und die Fasern in reichlichem Wasser gut vertheilt sind. Dann können mit einem Reiniger von erwähnter Grösse durchschnittlich 3 bis 4000, manchmal sogar 6000 kg trocken gedachten Stoffs in 24 Stunden verarbeitet werden. Bis 1895 waren 330 solcher Reiniger, davon bis zu 15 an eine Fabrik, geliefert.

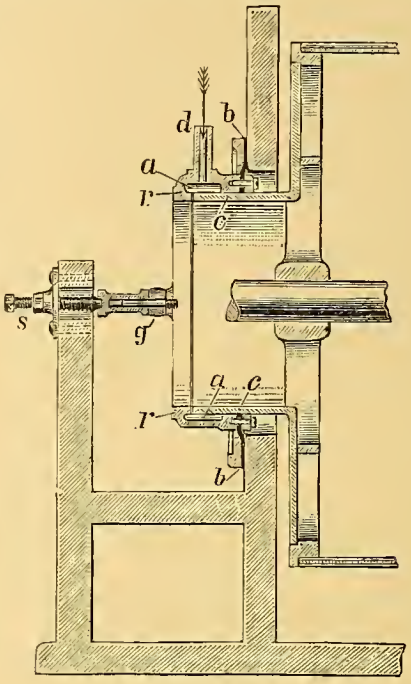


Fig. 1607.

Robert Dietrich i. F. Gebr. Dietrich in Merseburg vermeidet bei seinem unter Nr. 84530 in Deutschland patentirten Drehknotenfang allen Radantrieb, er setzt nur die Daumenrädchen mit Riementrieb in Bewegung und veranlasst dadurch Drehung des Siebcylinders. Auf- und Grundrisse Figg. 1608 und 1609 sowie folgende Beschreibung sind der Patentschrift entnommen.

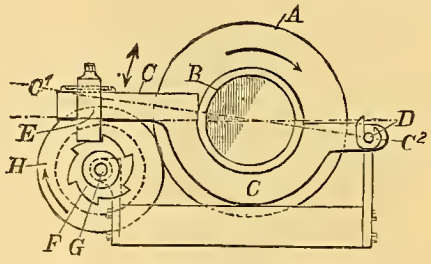


Fig. 1608.

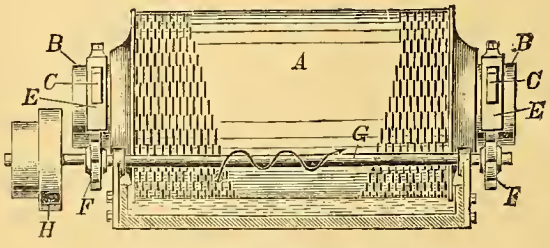


Fig. 1609.

Unter die Hälse $B$ greifen an beiden Enden der Siebcylindertrommel $A$ Hebel $C$, in welchen die Hälse lagern. Die Hebel $C$ liegen auf dem einen Ende in Scharnieren $D$, während sie am andern Ende mit Ansätzen $E$ auf Daumenrädern $F$ ruhen. Die Form der Hebel ist derart, dass der Schlagarm höher als der Tragarm liegt. Die Mittellinie $C^1\ C^2$ bildet mit der Horizontalen einen Winkel.

Die Daumenräder $F$, die durch gleichartig wirkende Mittel ersetzt werden können, sitzen auf gemeinschaftlicher Welle $G$, die durch Stufenscheiben $H$ in verschieden schnelle Umdrehung versetzt werden kann. Wird nun die Welle $G$ in der durch Pfeile angedeuteten Richtung

umgetrieben, so werden die Traghebel *C* durch den schnellen Auf- und Niedergang ihrer auf den Daumenrädern liegenden Hämmer in schüttelnde Bewegung versetzt, die sich infolge der schräg gelagerten Traghebel auf die Siebtrommel überträgt, sodass diese in der Pfeilrichtung mit einer durch die Geschwindigkeit der Schüttelbewegung der Hebel bedingten Umdrehungszahl umläuft. Diese Einrichtung ist anwendbar sowohl wenn der Papierstoff durch den hohlen Hals *B* in den Cylinder *A* ein- und durch die Schlitze austritt, wie auch dann, wenn der Stoff von aussen nach innen fliesst.

Direktor Ludwig Engelmaier in Aschaffenburg hat das deutsche Patent 83729 auf eine Siebtrommel zum Aussortiren der Aeste und gröbern Theile aus aufgelöstem Zellstoff genommen. Dieselbe erhält ausser der Drehbewegung auch eine schüttelnde. Figg. 1610 und 1611 zeigen Seiten- und Vorderansicht, Fig. 1612 Grundriss zweier vereinigter Siebtrommeln nach der Patentschrift, der auch folgende Beschreibung entnommen ist:

Fig. 1610.

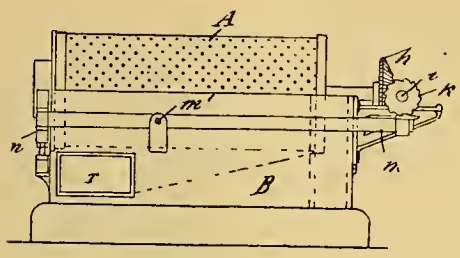
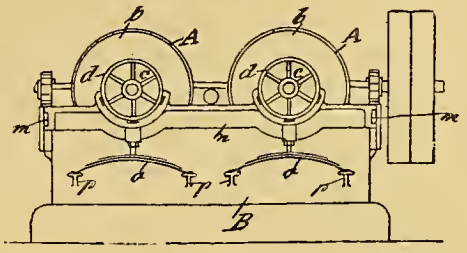


Fig. 1611.



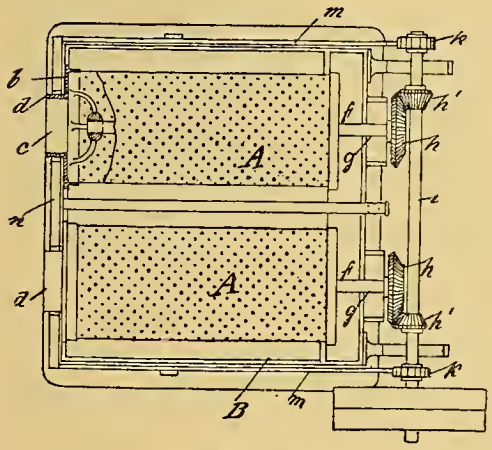


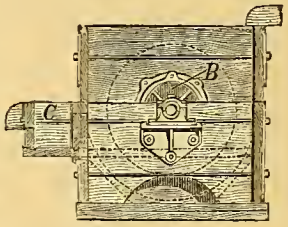
Fig. 1612.

In einem kastenartigen, oben offenen Gestell *B* ruhen die beiden Siebtrommeln *A*, deren Mäntel gelocht sind. Jede Siebtrommel ist vorn (Fig. 1612 links) durch eine Stirnwand *b* abgeschlossen, die eine grosse zentrale Oeffnung *c* besitzt, deren sie begrenzender und nach aussen vorspringender Kranz *d* gleichzeitig den vordern Lagerzapfen für die Trommel bildet. Das hintere Ende jeder Trommel ist offen. Die hintere Lagerung für die Trommel bildet ihre Antriebswelle *f*, die in den Naben der Stirnkränze der Trommel in üblicher Weise befestigt und bei *g* (Fig. 1612) auf dem Gestell gelagert ist. Die Wellen *f* erhalten ihre Drehung durch Vermittlung der Kegelräder *h h*$^1$ von der Welle *i*, welche quer vor dem hintern Ende der Trommeln *A* in Lagern des Gestelles ruht und sowohl Schlagräder *k* wie die Antriebsriemscheibe trägt. Die Schlagräder *k* wirken gegen die nach oben ein wenig vorspringenden Enden der Hebel *m*, welche zu beiden Seiten des Gestelles *B* um Zapfen *m*$^1$ drehbar gelagert sind und an ihrem andern Ende die quer vor dem andern Ende der Siebtrommeln liegende Traverse *n* tragen, in welcher die vorspringenden Kränze *d* der vordern Trommelwände *b* drehbar gelagert sind. Zwei Federn *o*, welche sich einerseits gegen die Traverse *n* und anderseits gegen Vorsprünge *p* des Gestelles stützen, sind bestrebt, die Traverse mit den vordern Trommelenden nach aufwärts zu heben.

Durch Drehung der Welle *i* werden die Trommeln *A* in Umdrehung und gleichzeitig durch die Schlagräder *k*, Hebel *m* und Federn *o* die Traverse *n* und die vordern Enden der Trommeln in kurze, stossende Auf- und Abbewegungen versetzt. Der aufgelöste Zellstoff fliesst durch die Oeffnung *c* in die Siebtrommeln und durch die Löcher im Trommelmantel in den untern freien Raum des Gestelles *B*, von wo er durch die Oeffnung *r* (Fig. 1610) weitergeführt wird. Die Aeste und gröbern Theile fallen bei *g* am hintern offenen Ende der Siebtrommeln heraus.

Eine von Direktor Herm. Brüngger, Josefihütte (Böhmen), erdachte und patentirte Neuerung an rotirenden Zellstoff-Reinigern und Knotenfängen besteht darin, dass der Cylinder-Ueberzug zerlegbar eingerichtet ist und nicht, wie üblich, mit dem Cylinder-Gerippe ein starres Ganzes bildet. Die den Cylindermantel bildenden Knotenfangplatten können daher behufs Reinigung oder Auswechselung rasch abgenommen und wieder aufgelegt werden. Figg. 1613 und 1614 zeigen Seiten-Ansicht und Grundriss des Zellstoff-Reinigers in bekannter Ausführung. Der in den Kasten eintretende Stoff gelangt durch die Schlitze des Cylinder-Ueberzuges in das Innere des Cylinders *A* und von dort durch die offenen Hälse *B* der beiden Cylinderdeckel nach einer gemeinschaftlichen Ausflussrinne *C*. In Fig. 1615 ist der zerlegbare Ueberzug und in Fig. 1616 ein Schnitt durch den Cylinder in vergrössertem Maassstab gegeben.

Fig. 1613.



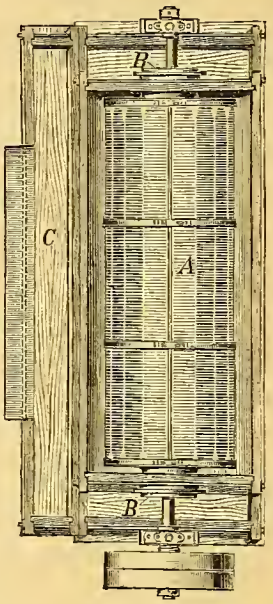




Fig. 1614.

Er besteht nach der in Nr. 25 der Papier-Zeitung 1894 gegebenen Beschreibung aus Knotenfangblechen *a*, welche an den Kopf-Enden des Cylinders auf den Cylinderdeckeln, an den Rundstössen auf innern Unterstützungsringen ruhen. Sie werden durch die mit Filz- oder Leder-Unterlage versehenen Spannringe *g*, wovon je einer an den beiden Kopf-Enden, die andern über den Rundstössen liegen, auf dem Gerippe festgehalten und abgedichtet.

An den Längsstössen sind die Knotenfangbleche umgebörtelt und ruhen mit der Umbörtelung *b* in der Nuth *c* der Längsleiste *d*. Letztere ist mit den Deckeln an den Kopf-Enden *e* verschraubt, wie aus dem Fig. 1616 in grösserem Maassstab gegebenen Durchschnitt ersichtlich ist. Die Abdichtung erfolgt durch eine in der Nuth *c* liegende Holzleiste *f*. In den Deckeln sind Taschen *i* angebracht, welche zur Aufnahme der durch Splinte *k* festgehaltenen Saugleisten *h* dienen.

Der Verschluss der Spannringe *g* wird durch die aus der Zeichnung ersichtlichen Scharniere mit Ueberwurf bewirkt. Die rechts und links davon angebrachten Ansätze dienen als Angriffspunkte für die Zange, mit welcher der Spannring angezogen wird. Ein solcher Ueberzug soll sich bei einiger Uebung in einer halben Stunde abnehmen und wieder auflegen lassen. Nach Angabe des Erfinders waren 1894 schon 40 solcher Cylinder in Betrieb und sollen zur grössten Zufriedenheit arbeiten. Ausführungsrecht ist der Firma Ph. Nebrich in Prag-Smichow übertragen.

In den Sulfitstoff-Fabriken der Vereinigten Staaten von Amerika werden

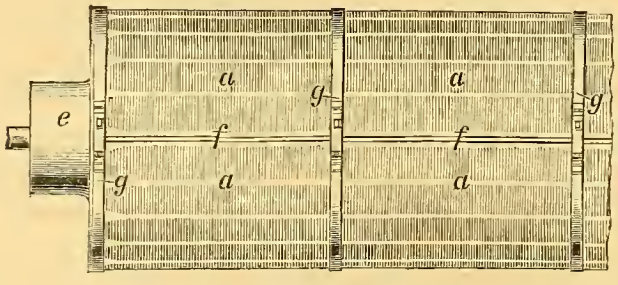



Fig. 1615.

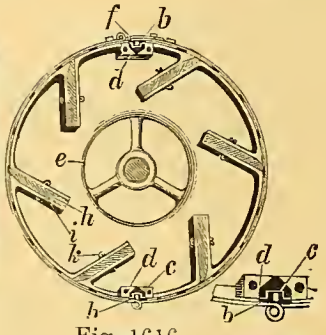



Fig. 1616.

neuerdings (1895/6) hauptsächlich solche Knotenfänge als Reiniger angewendet, bei denen die Schlitzplatten waagrecht und fest liegen und der Stoff durch Saugung

oder oscillirende Bewegung der Bodenplatte zum Durchgang veranlasst wird (s. Seiten 577 bis 81).

**550. Waschen und Bleichen des Sulfitstoffs.** Sulfitstoff wird wie das aus Lumpen und andern Rohstoffen hergestellte Zeug in Holländern gewöhnlicher Art oder in besonderen Bleichholländern, wie sie im ersten Theil dieses Werkes und auch auf Seiten 1412/3 beschrieben sind, gebleicht. Derselbe muss, wie jeder andere Stoff, sorgfältig ausgewaschen, d. h. von fremden Stoffen befreit sein, ehe Chlorkalklösung zugegeben wird. Ausser den gelösten Inkrusten sollen sämmtliche Schwefel-Verbindungen möglichst entfernt sein.

Herr W. Palmaer theilte in Nr. 70 der Papier-Zeitung Jahrg. 1890 das Ergebniss von Untersuchungen mit, die er im Universitätslaboratorium zu Upsala über das Waschen von Sulfit-Zellstoff angestellt hatte, um die Ursache der röthlichen Färbung zu ermitteln, welche derselbe häufig nach einiger Zeit an der Luft annimmt. Der untersuchte Stoff wurde, nachdem die Lauge durch ein Sieb abgeflossen und vorgewaschen war, in einen Holländer gepumpt. Aus diesem wurden nach $^1/_2$, 1, $1^1/_2$ und 2 Stunden Waschen und Mahlen Proben von Waschwasser und Zellstoff genommen und untersucht. Er fand, dass das Wasser anfangs 0,0404, nach $^1/_2$ Stunde 0,0187 und nach 1 Stunde 0,0106 g Schwefligsäure in 100 ccm Wasser enthielt und bei fortgesetztem Waschen nur wenig Säure mehr verlor, dass also längeres Waschen zwecklos gewesen wäre. Frisch eingetragener Sulfitstoff enthielt 1,45 pCt. Asche und darin 1,2 pCt. einfachschwefligsauern Kalk. Da sich letzterer nur wenig in Wasser löst (s. Seiten 1425/6), so lässt er sich durch Auswaschen schwer entfernen, und es erscheint, da beim Waschen stets Faserverluste entstehen, vortheilhafter, dem Monosulfit in grossen Sandfängen Gelegenheit zum Absetzen zu geben.

Wenn im Holländer Chlorkalk-Lösung zugegeben wird, nimmt der Sulfitstoff häufig röthliche bis schmutzig-röthliche Färbung an, die jedoch bei weiterem Bleichen und Zusatz von mehr Bleichflüssigkeit wieder verschwindet. Die Annahme, dass diese Färbung von noch im Stoff befindlichen Inkrusten, also lediglich von ungenügendem Kochen herrühre, trifft nicht zu, da Holzschliff, welcher noch alle Inkrusten enthält, die Erscheinung nicht zeigt. Der Umstand, dass ungebleichter Sulfitstoff in ozonreicher Luft, besonders aber in Bleichräumen, deren Luft freies Chlor enthält, rosa bis violette Färbung annimmt, deutet jedoch darauf hin, dass eine Oxydation gewisser im Stoff befindlicher noch unbekannter Stoffe eintritt.

Nach Dr. A. Frank's Versuchen beruht die Rosa-Färbung theilweise darauf, dass sich durch die Oxydation der Schwefligsäure $SO_2$ Schwefelsäure $SO_3$ bildet und diese auf die Inkrusten carbonisirend, d. h. durch Wasserentziehung verkohlend, wirkt. Beim Carbonisiren von Textilstoffen zeigt sich dieses Rothwerden in noch verstärktem Maasse.

Um zu verhindern, dass ungebleichter Sulfitstoff beim Eintragen zu andern Stoffen rosa oder dunklere Färbung annimmt, muss man dafür sorgen, dass sich kein freies (oxydirendes) Chlor in der Mischung befindet. Will man sicher gehen, so setzt man vorher Antichlor (Seiten 246 bis 248) oder etwas Sulfitlauge zu.

Um zu ermitteln, ob der Erscheinung wirklich eine Oxydation zu Grunde liegt, behandelte Ferd. Wolesky verschiedene Stoffe mit den in

folgender Tabelle aufgeführten Oxydationsmitteln und erhielt die aufgeführten Färbungen.

| Name des Reagensmittels | Sulfit-Zellstoff (Mitscherlich) | | Sulfit-Zellstoff (Ritter-Kellner) | | Natron-Zellstoff | Holzschliff |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ia | IIa | Ia | IIa | | |
| Chlorkalklösung | rosa | rosa | rosa | rosa | schwach rosa | gelb |
| Ferricyankalium (rothes Blutlaugensalz) | rosa | rosa | rosa | rosa | schwach rosa | — |
| Eisenchlorid | violett-roth | violett-roth | violett-roth | violett-rosa | schwach violett | grün |
| Quecksilberchlorid | rosa | rosa | rosa | rosa | schwach | — |
| Kaliumbichromat (rothes chromsaures Kali) | rosa | rosa | rosa | rosa | rosa | — |
| Kaliumpermanganat (Uebermangansäures Kali) | rosa | rosa | rosa | rosa | sehr undeutlich | — |

Die Lösungen von Eisenchlorid, Kaliumbichromat und Kaliumpermanganat sind sehr verdünnt, jene von Quecksilberchlorid etwas konzentrirter angewendet. Der Sulfitstoff wird in die wässrigen Lösungen der genannten Stoffe getaucht.

Soll Sulfitstoff gebleicht werden, so lässt man sich durch das etwaige Auftreten der röthlichen Färbung nicht stören, sondern fährt mit Zusatz von Chlorkalklösung unter allmäligem Erwärmen der Masse auf 30 bis 40° C. und Zusatz von Schwefelsäure fort, bis die Färbung wieder verschwunden ist. Die Chlorkalklösung scheint nämlich die färbenden Stoffe wieder in farblose umzuwandeln. Welcher Art diese Einwirkung ist, entzieht sich noch unserer Kenntniss, wie auch die Stoffe, welche die Färbung hervorbringen, noch nicht ermittelt sind. Der Umstand, dass zu völligem Bleichen von Sulfitstoff 14 bis 22 pCt. von dessen Gewicht an Chlorkalk erforderlich sind, weist auch darauf hin, dass der Chlorkalk hier noch andere als nur bleichende Wirkung auszuüben hat. Der Verbrauch an Chlorkalk wächst auch mit der Menge Inkrusten, die sich im Stoff befinden und zur Freilegung des Zellstoffs von der Bleichflüssigkeit zersetzt werden müssen. Es ist desshalb zweckmässig, den Stoff vor dem Bleichen so zu mahlen oder zu zertheilen, dass man keine Faserbündel mehr darin findet, und dann gründlich zu waschen. Manche Fabrikanten führen diese Waschung mit einer heissen, etwa zweiprozentigen Natronlösung aus und entfernen oder verwandeln damit vielleicht manche Stoffe, welche der Schwefligsäure widerstehen. Andere vertheilen die erforderliche Menge Bleichlösung in der Weise, dass sie zuerst eine Lösung von etwa 13 pCt. Chlorkalk bei Erwärmung und Zusatz von $2^1/_2$ pCt. Schwefelsäure eine Stunde lang einwirken lassen. Der dann häufig orangefarbige Stoff wird bis zu $2^1/_2$ Stunden lang gewaschen, bis er hellbläulich-grau geworden ist, und mit Lösung von $1^1/_2$ bis 2 pCt. Chlorkalk, der später $^1/_2$ pCt. verdünnte Schwefelsäure zugefügt wird, eine Stunde lang nachgebleicht.

Diese Verfahren sind hier nur der Vollständigkeit wegen erwähnt, da in jedem einzelnen Fall die Rohstoffe, die Art des Kochens und der Grad der erwünschten Weisse verschieden sind. Die vortheilhafteste Art der Behandlung lässt sich nur durch auf Erfahrung gegründete Versuche ermitteln.

Ueber das Bleichen mittels Elektrizität liegen zur Zeit (1896) noch nicht genügende Erfahrungen vor.

**551. Harz in Sulfitstoff.** Die Nadelhölzer, welche hauptsächlich zu Sulfitzellstoff verarbeitet werden, enthalten Harz in erheblichen Mengen. Prof.

Dr. Heinrich Mayr in München hat in dem bei Julius Springer, Berlin, erschienenen Buch »Das Harz der Nadelhölzer« das Ergebniss zehnjähriger Forschungen niedergelegt, und demselben sind nachstehende Angaben entnommen:

Das frische Harz besteht aus einem Gemisch von zum Theil flüchtigen Kohlenwasserstoffen und wird bei der Bildung von Koniferin aus Stärke als Nebenprodukt abgeschieden.

Durch Oxydation vermehrt sich die Menge des festen Harzes auf Kosten des flüssigen. Der Verhärtungsprozess innerhalb des Baumes geht jedoch sehr langsam vor sich und hört nach einiger Zeit ganz auf. Frisches Tannenharz aus der Rinde, welches bei 100° C. geröstet 62,8 pCt. festes Harz lieferte, hinterliess, nachdem es zehn Monate in offener Schaale gestanden hatte, 77,0 pCt. festes Harz.

Die fertige Zellwandung kann von Harz nicht durchdrungen werden, solange sie mit Wasser gesättigt ist. Da dies sowohl im Splint als auch im Kernholz während des ganzen Lebens des Baumes stets der Fall ist, so kann auch das Kernholz kein Harz aus dem Splint erhalten, wie allgemein angenommen wird; es findet nur eine Verhärtung des im Kernholz schon vorhandenen Harzes statt, die, wie oben gesagt, mit der Zeit ganz zum Stillstand kommt. Wird aber der Baum gefällt und zerlegt, sodass das Wasser aus den Zellwänden abdunstet, so wandert das Harz aus den Zellen und Kanälen aus, gelangt hierbei mit reichlicherer Menge Sauerstoff in Berührung und erhärtet in um so grösserer Menge, je unvollständiger der Stamm zerlegt wird. Ist die Zerlegung schnell und vollständig, wie bei Brettwaaren, so erfolgt die Austrocknung und Erhärtung des Harzes rasch, wobei jedoch ein Theil des Terpentins sich verflüchtet, das bei langsamer Austrocknung und Oxydation zu festem Harz erhärten würde. Langsame und lange dauernde Austrocknung nach der Fällung erhöht also den Gehalt an festem Harz und damit die Dauer des Holzes der Nadelbäume.

Der harzreichste Theil des Baumes bei allen Nadelhölzern ist das Wurzelholz, ihm folgen in absteigender Reihe der Erdstamm (bis 2 m über dem Boden), das Astholz, der bekronte Stamm, der astlose Stamm und die harzarme Rinde. Der werthvollste Theil des Baumes, der astlose Stamm, enthält also, abgesehen von der Rinde, am wenigsten Harz. Der Splint ist stets ärmer an festem Harz als der Kern; ob die Fichte eine Ausnahme macht, ist noch zweifelhaft. Mit dem Alter des Baumes steigt die Harzmenge, die inneren Kernholzlagen sind daher ärmer an Harz als die äusseren. Auf warmen Standorten erzeugen die Nadelhölzer mehr Harz als auf kühleren; gelichtete oder stark durchforstete Bestände, Südabhänge, tiefe Lagen sind der Harzbildung günstig. Ebenso erzeugt trockener und sandiger Boden mehr Harz als feuchter und schwerer, und die Südhälfte des Stammes ist stets harzreicher als die Nordhälfte, die Oberseite von Ast- und Wurzelholz harzreicher als die Unterseite. Ganz allgemein in Deutschland gilt für die Nadelhölzer der Satz, dass der Harzgehalt mit dem wärmeren Klima zunimmt, gleichgiltig, ob dabei das Holz schwerer oder leichter wird.

1000 Gewichtstheile trockenes Holz enthalten folgende Gewichtstheile festes Harz:

| Holzart | Ganzer Splint | Ganzer Kern | Ganzer Baum | Astloser Schaft |
|---|---|---|---|---|
| Tanne (Bayern) | 5,83 | 12,13 | 10,03 | 8,34 |
| Fichte (Bayern) | 19,45 | 14,98 | 16,88 | 16,01 |
| „ (Norwegen) | — | — | — | 8,96 |
| Junge Kiefer (Bayern) | — | — | 19,66 | — |
| Alte „ „ | 39,50 | 52,40 | 48,10 | 42,38 |
| Kiefer (Hamburg) | — | — | — | 38,59 |
| „ (Norwegen) | — | — | — | 24,26 |
| Hackenkiefer (Bayern) | 18,88 | 30,48 | 26,45 | 25,48 |
| Weymouthskiefer (Bayern) | 35,67 | 67,04 | 56,58 | 48,79 |
| „ (Nordam.) | 52,12 | 78,66 | 69,82 | 55,61 |
| Pitch Pine (Nordamerika) | — | — | — | 82,77 |
| Alte Lärche (Bayern) | 24,69 | 45,88 | 41,90 | 32,00 |
| Junge „ „ | — | — | 35,81 | — |
| Lärche (Hamburg) | — | — | — | 38,92 |
| Douglastanne (Nordamerika) | — | — | — | 19,34 |

Harzgehalt von 1 cbm absolut trockenem Holz des astlosen Stammes:

| Holzart | 1 cbm wiegt kg | 1 cbm enthält festes Harz kg |
|---|---|---|
| Pitch Pine (Nordamerika) | 700 | 61,1 |
| Weymouthskiefer (Nordamerika) | 386 | 21,5 |
| Alte Kiefer (Bayern) | 463 | 19,6 |
| Lärche (Hamburg) | 463 | 18,8 |
| Kiefer „ | 506 | 18,7 |
| Alte Lärche (Bayern) | 539 | 17,2 |
| Weymouthskiefer (Bayern) | 343 | 16,7 |
| Kiefer (Norwegen) | 402 | 9,9 |
| Douglastanne (Nordamerika) | 476 | 9,2 |
| Tanne (Hamburg) | 423 | 8,2 |
| Fichte (Bayern) | 412 | 6,6 |
| Fichte (Norwegen) | 400 | 3,5 |
| Tanne (Bayern) | 373 | 3,1 |

Während beim Natronzellstoff-Verfahren die Harze durch Kochen mit Natron in lösliche Seifen verwandelt werden und sich dann leicht auswaschen lassen, hat Sulfitlauge keine solche Wirkung. Von den Harzen gehen nur die

ohnehin löslichen Theile und diejenigen, welche bei der hohen Temperatur löslich werden, in die Sulfitlauge über. Es ist anzunehmen, dass der grösste Theil der Harze in dieser Form in die Ablauge gelangt, und man hat desshalb dafür zu sorgen, dass die mit der Lauge dem Zellstoff anhängenden gelösten Harze abgeschieden, d. h. ausgewaschen werden, ehe sie sich oxydiren und dadurch in feste Harze umwandeln. Die Oxydation erfolgt, sobald die löslichen Harze mit Luft in Berührung kommen, und man sollte desshalb, um möglichst harzfreien Zellstoff herzustellen, den gekochten Stoff möglichst rasch und gründlich, womöglich mit heissem Wasser auswaschen.

Viel gefährlicher als diese löslichen Harze sind solche, die sich weder in heisser Sulfitlauge lösen, noch leicht abscheiden, desshalb in den Stoff gelangen und dann im Papier braune und gelbliche durchscheinende Flecke verursachen. Wenn solcher Stoff gemahlen oder gekollert wird, setzt sich das Harz an den Wänden und andern Theilen der Holländer und Kollergänge als dunkle, klebrige Masse ab. Es scheint auch, dass ein Theil des Harzes mit aus der Lauge oder dem Wasser stammendem Kalk unlösliche Harz-Kalkseife bildet, da sich in den Harzablagerungen oft bis 12 pCt. Kalksalze befinden. Gelangt das Harz mit dem Stoff oder Papier auf Trockencylinder, so schmilzt es zu Theilchen von derselben Beschaffenheit, wie es im Holze vorkommt.

Der Fabrikant muss sich bemühen, das Holz so einzukaufen und zu behandeln, dass der daraus hergestellte Stoff kein Harz enthält, und hierzu giebt ihm die Erfahrung die erforderlichen Fingerzeige. Es hat sich nämlich gezeigt, dass man aus im Winter geschlagenem Holz am wenigsten Harz im Stoff erhält, und derselbe wird um so harzfreier, je länger das Holz entrindet gelagert hatte. Die meisten Fabrikanten verwenden übrigens, wie Seite 1240 gesagt und Seite 1428 bestätigt, nur im Winter gefälltes Holz, welches sich besser erhält und festeren Stoff liefert als Sommerholz. Im Frühjahr, wo das Holz am saftigsten ist, haften alle Rindentheilchen und Rindenstäubchen, die sich an das entrindete Holz gehängt haben, so fest, dass sie sich kaum entfernen lassen. Wenn man unentrindetes saftiges Holz in der Mitte durchfräst, so ist nachher die ganze gefräste Fläche voller Rindentheilchen, welche sich kaum mehr wegbürsten lassen. Je besser das Holz ausgetrocknet, je länger es entrindet ist, desto weniger zeigt sich dieser Uebelstand.

Auf jeden Fall sollte man das gefällte Holz so rasch als möglich vom Walde weg auf den Lagerplatz schaffen und es dort so legen, dass überall Luft und Wind darankommen. Damit das Holz gesund bleibt, muss man auch mit dem Schälen so früh als möglich beginnen, wird es aber selten vor Mitte März bewirken können, weil es vorher meist zu kalt für diese Arbeit ist und das nackte Holz bei grosser Kälte durch Frieren Schaden leiden kann.

Ob Holz im Winter weniger Harz hat als im Sommer, erscheint zweifelhaft, aber letzteres ist im Winterholz hart und lässt sich bei der Reinigung, Sortirung usw. leicht ausscheiden und bleibt wahrscheinlich auch in den Sortirern zurück, während halbweiches klebriges Harz überall durchgeht, dann oxydirt wird d. h. sich verhärtet, und in feiner Vertheilung schwer beseitigen lässt.

Nach der amerikanischen Patentschrift 517716 vom 1. Januar 1895 von Edward Partington in Glossop, England, sollen sich die theerartigen Theilchen

erst durch das Reiben der Fasern beim Zertheilen derselben nach dem Kochen entwickeln. Weder im Holz selbst, noch im gekochten Stoff sollen dieselben zu finden sein. Die theerartigen Theilchen setzen sich nach Partington sowohl auf den Fasern als auch auf den Gefässen ab und bilden auf letzteren einen schwarzen Ueberzug, welcher durch den umlaufenden Stoff abgerieben wird und diesen verunreinigt. Durch Petroleum oder Paraffin-Oel von 0,8 bis 0,85 spezifischem Gewicht und einem zwischen 27 und 49° C. liegenden Entflammungspunkt lässt sich die Bildung dieser theerartigen Theilchen verhindern. Durchschnittlich genügt ein Zusatz von 7 bis 9 l für 1000 kg trocken gedachten Stoffs; lange gekochter Stoff braucht etwas weniger. Man kann das Petroleum schon im Stoff-Zertheiler zufügen, doch zieht Partington vor, damit zu warten, bis der Stoff im Holländer geschlagen wird.

Die theerartigen Theile entstehen jedoch wahrscheinlich nicht durch Reiben, wie Partington meint, sondern, wie oben erklärt, durch die beim Umlaufen im Holländer und ähnlichen Einrichtungen erfolgende Berührung mit Luft und Oxydation, d. h. Erhärtung des gelösten Harzes. Das zugetheilte Oel wirkt auch vielleicht nur in der Weise, dass es eine dünne Haut über die wässrige Masse breitet und diese gegen Luft abschliesst, bis die gelösten harzigen Stoffe durch Auswaschen entfernt sind.

Aus den Verhandlungen in einem von E. Partington 1895 gegen die Hartlepool Paper & Pulp Co. limited angestrengten Rechtsstreit geht hervor, dass es in manchen Fabriken gelungen ist, die Harzflecke durch Zutheilung von 6,75 bis 9 l Paraffin auf 1000 kg Stoff zu beseitigen. Einige Sachverständige wiesen nach, dass die Behandlung von Faserstoffen mit Kohlen-Wasserstoffen seit vielen Jahren bekannt ist, andere hielten die von Partington vorgeschriebene Menge Paraffin für ungenügend zur Entfernung des Harzes. Die Klage wurde abgewiesen, weil das Verfahren nicht neu und zu Unrecht patentirt sei.

Da das erhärtete, Flecken verursachende Harz leichter als Wasser ist und auf dessen Oberfläche schwimmt, so bemühen sich die Sulfitstoff-Fabrikanten, es beim Durchlaufen der Splitter- und Sandfänge u. dergl., wo der wässrige Stoff grosse Oberfläche bietet, abzufangen. Man legt zu diesem Zweck Latten mit darangenageltem langhaarigen Filz so auf die Wangen der Sand- und Splitterfänge (in Figg. 1590/91 und 1592/94), dass die untere ausgefranste Kante der Streifen in die Flüssigkeit taucht und von deren Strömung getragen wird. Das obenauf schwimmende Harz bleibt an diesen Filzstreifen hängen und wird mit denselben entfernt. Je mehr solche Filzstreifen angebracht und je häufiger dieselben erneut werden, desto mehr kann man damit abfangen.

Anstelle der eintauchenden Filzstreifen kann man auch mit Filz überzogene Walzen anwenden, die in Drehung erhalten werden und etwas in den durchlaufenden Stoff tauchen. Noch besser würde vielleicht ein langhaariger endloser Filz wirken, der in waagrechter Lage so angebracht und in Bewegung gesetzt wird, dass der untere Theil eben in den Stoff taucht und sich in gleicher Richtung fortbewegt. Schaber, die man über den Walzen anbringt, könnten den grössten Theil des anhängenden Harzes vom Filz abstreifen und denselben dadurch von den Theilen befreien, die leicht wieder abfallen würden.

Da man die Erfahrung machte, dass die zum Auffangen von Harz in den fliessenden Stoff tauchenden Schaumlappen häufig abreissen, so wurden dieselben in einer Fabrik durch die in Fig. 1617 skizzirten schräg durch den Sandfang gestellten senkrechten Schaumlatten *a-b*, die einige Centimeter tief in den Stoff tauchen, ersetzt. Das Harz sammelt sich hinter denselben und gelangt infolge der Schrägstellung in die Ecke *b*, von wo es leicht herausgenommen werden kann. Die Einrichtung arbeitet in dieser Weise zur Zufriedenheit der Leiter.

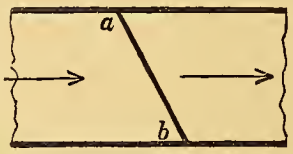
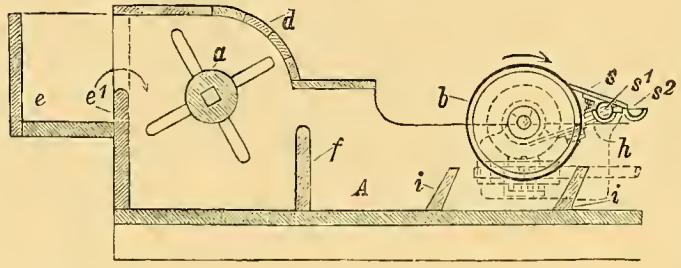


Fig. 1617.

Direktor Ludwig Engelmayer in Aschaffenburg erhielt das deutsche Patent Nr. 84946 auf eine Vorrichtung zum Entharzen von Zellstoff, die nach der Patentschrift durch Figg. 1618 und 1619 sowie folgende Beschreibung erklärt wird:

Fig. 1618.



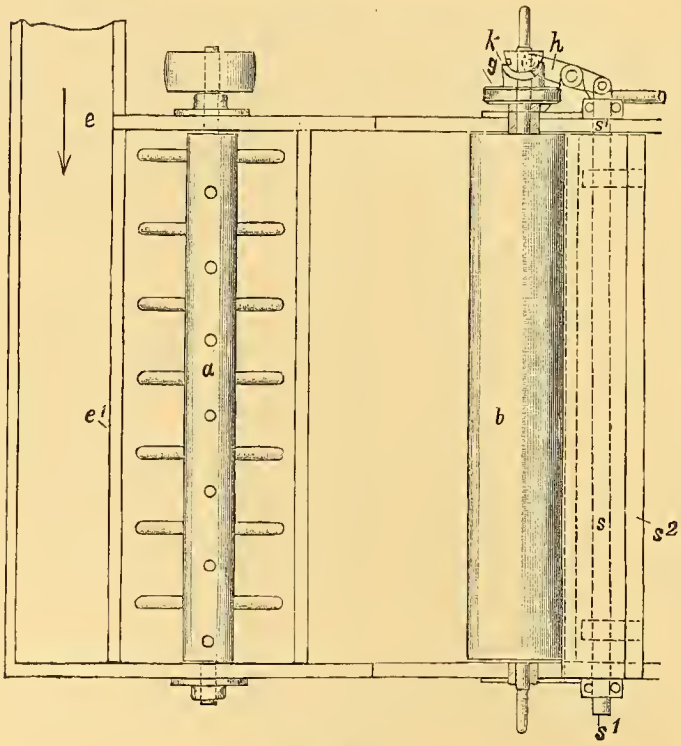



Fig. 1619.

In der Rinne *A*, welche den Zellstoff zum Sandfang führt, ist eine mit einer Haube *d* überdeckte Schlägerwelle *a* angeordnet. Der Zellstoff fliesst aus dem Kanal *e* über die Zwischenwand $e^1$ zu der Schlägerwelle *a* und wird von dieser so gepeitscht und geschlagen, dass Schaumblasen entstehen, in denen sich die Harztheilchen ansammeln. Hinter der Schlägerwelle fliesst der Zellstoff über die Querwand *f*, hinter welcher der Schaum verschwindet und ein feines, auf dem Zellstoff schwimmendes Harzhäutchen zurücklässt. Dieses wird von einer Walze *b*, welche in die Flüssigkeit eintaucht und sich entgegengesetzt zur Stromrichtung des Zellstoffs dreht, aufgenommen, indem die das Häutchen bildenden Harztheilchen an der Umfläche der Walze *b* hängen bleiben. Die Harztheilchen werden dann oberhalb der Flüssigkeit durch einen auf der Walze schleifenden Schaber *s* abgenommen.

Der Schaber *s* ruht auf einer Welle $s^1$ und ist am hintern Ende mit einer Rinne $s^2$ zur Aufnahme der Harztheilchen versehen. Er erhält ausserdem durch einen Hebel *h* und eine Kurvennuth *k* eine hin- und hergehende Bewegung, wodurch das Abnehmen der Harztheilchen erleichtert wird. Die Kurvennuth *k* ist in die Nabe eines Schneckenrades *g* eingearbeitet, welches auf der Welle der Walze *b* sitzt und seine Drehung von einer darunter liegenden Schnecke empfängt.

Walze *b* befindet sich bereits über den ersten Querleisten *i* des Sandfanges. Gewünschten Falls können auch mehrere derartige Walzen *b* hintereinander angeordnet werden.

Ein erfahrener Fachmann gab in Nr. 85 der Papier-Zeitung 1892 folgende Vorschriften zur Verarbeitung von harzreichem Stoff:

Geringwerthige Zellstoffe, besonders aus sog. Abfällen von Mitscherlich-Sulfit-Zellstoff, sind häufig nicht ganz gar gekocht und enthalten desshalb noch viel harzhaltige Holzstücke, welche sich sowohl im Kollergang, als auch im Holländer, und erst recht auf der Papiermaschine schlecht verarbeiten lassen. Ich habe mir immer damit geholfen, dass ich diese Zellstoffe mit etwa $1^1/_2$ pCt. des Trockengewichts Soda im Kugelkocher 2 bis 3 Stunden mit etwa 1 bis $1^1/_2$ Atm. kochte. Dadurch löste sich fast alles Harz auf und floss mit dem Abwasser weg; ein Nachwaschen, wenn möglich mit vorher erwärmtem Wasser im Kocher selbst, beförderte die Entfernung des Harzes, nur muss man bei letzterem für das Auffangen der mit dem Waschwasser mitgerissenen Zellstoff-Fasern sorgen, sonst ist der Verlust zu gross.

Nach einem andern Verfahren giebt man beim Kollern auf etwa 100 kg trockenen Zellstoffs $1^1/_2$ bis 2 l, auch 3 l Petroleum zu, welches das Harz vollkommen auflöst. Ist die Masse genügend fein gekollert oder gemahlen, so wird sie in einem Wasch-Holländer ausgewaschen, und zwar unter Zusatz von etwa 1 bis $1^1/_2$ l Salzsäure auf 100 kg trockenen Stoffs. Solchergestalt behandelte Zellstoffe geringer und geringster Art habe ich dann ohne jede Schwierigkeit, selbst ohne das lästige Ankleben an den Nasspressen, über die Maschine gebracht. Die geringen Kosten machen sich bezahlt. Wo das erstere Verfahren aus Mangel an Kochern nicht anwendbar ist, wo man aber vielleicht die nicht angenehme Arbeit mit dem Petroleum scheut, kann man sich auch auf folgende Weise helfen:

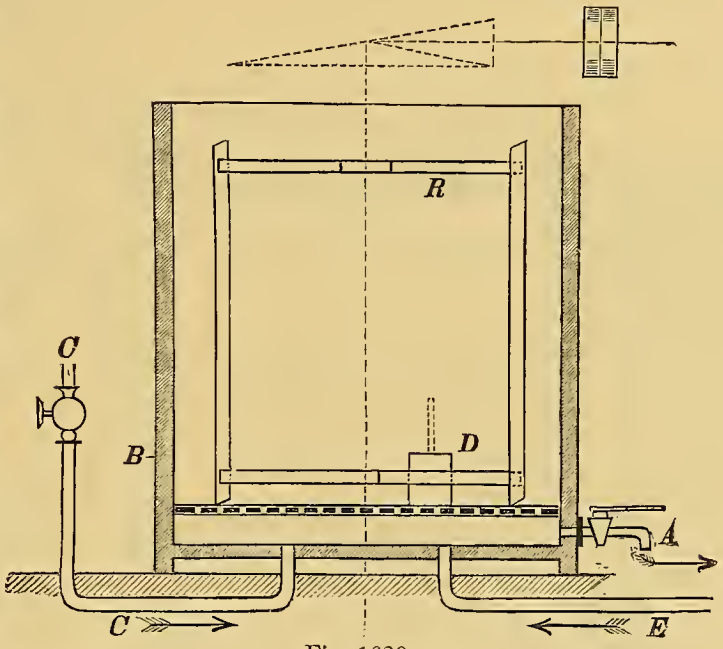


Fig. 1620.

Man stelle in der Nähe der Kollergänge einen Bottich *B* von der in Fig. 1620 skizzirten Art mit doppeltem Boden und einfachem Rührwerk *R* auf. In diesen schütte man die Zellstoffe und gebe auf 100 kg Stoff etwa 1 bis 2 kg, erforderlichen Falls auch etwas mehr Soda zu, leite durch Rohr *C* Dampf hinein und koche so unter fortwährendem Arbeiten des Rührwerks 2 bis 3 Stunden, auch noch länger. Die nöthige Menge Soda richtet sich nach dem Harzgehalt der Zellstoffe und ist durch Versuche zu ermitteln. Ist die Kochung beendet, so lässt man die Lauge durch einen Hahn *A* ablaufen, und die Zellstoffe setzen sich auf dem mit feinem Drahtgewebe überzogenen falschen Boden ab. Durch den seitwärts bei *D* angebrachten Schieber kann man den Zellstoff unter Zuhilfenahme des durch die Wasserleitung *E* am Boden eintretenden Spülwassers leicht herausnehmen.

**552. Gewinnung von Schwefligsäure aus Ablaugen.** Dr. A. Frank wies in Nrn. 60 bis 63 der Papier-Zeitung von 1887 nach, dass von 100 Theilen Schwefligsäure, welche mit der Sulfitlauge in die Kocher gelangen, 34,4 Theile, also etwa ein Drittel, beim Abblasen der Kochergase entweichen, während sich 19,6 Theile in der gebrauchten Kochlauge in Lösung finden. Die Gewinnung und Wiederverwendung dieser 19,6 pCt. kann kaum Nutzen abwerfen, mag sogar in manchen Fällen noch Kosten verursachen. Wenn aber auch kein Geld damit verdient wird, so ist die Wiedergewinnung manchmal dadurch nützlich, dass sie die Ablaugen unschädlicher macht, indem sie dieselben von Schwefligsäure befreit.

Nach einem von Dr. A. Frank in vielen Staaten patentirten Verfahren wird die in den Ablaugen enthaltene Schwefligsäure sowie das von dieser in Lösung gehaltene Monosulfit durch Zusatz von Aetzkalk ausgefällt. Der so gewonnene einfachschwefligsaure Kalk, das Monosulfit, wird gewaschen und anstelle von Kalkmilch zur Herstellung frischer Sulfitlauge benutzt. Da die Abgase 3,44 pCt., also nahezu doppelt so viel freie Schwefligsäure enthalten als die Ablauge, so kann man durch Einleiten der Abgase in das mit Wasser angerührte Monosulfit brauchbare Kochlauge herstellen. Zum Ausfällen des Monosulfits genügt ungefähr dieselbe Menge Kalk, welche sonst zur Aufnahme der Schwefligsäure aus den Abgasen nöthig ist.

Fig. 1621.

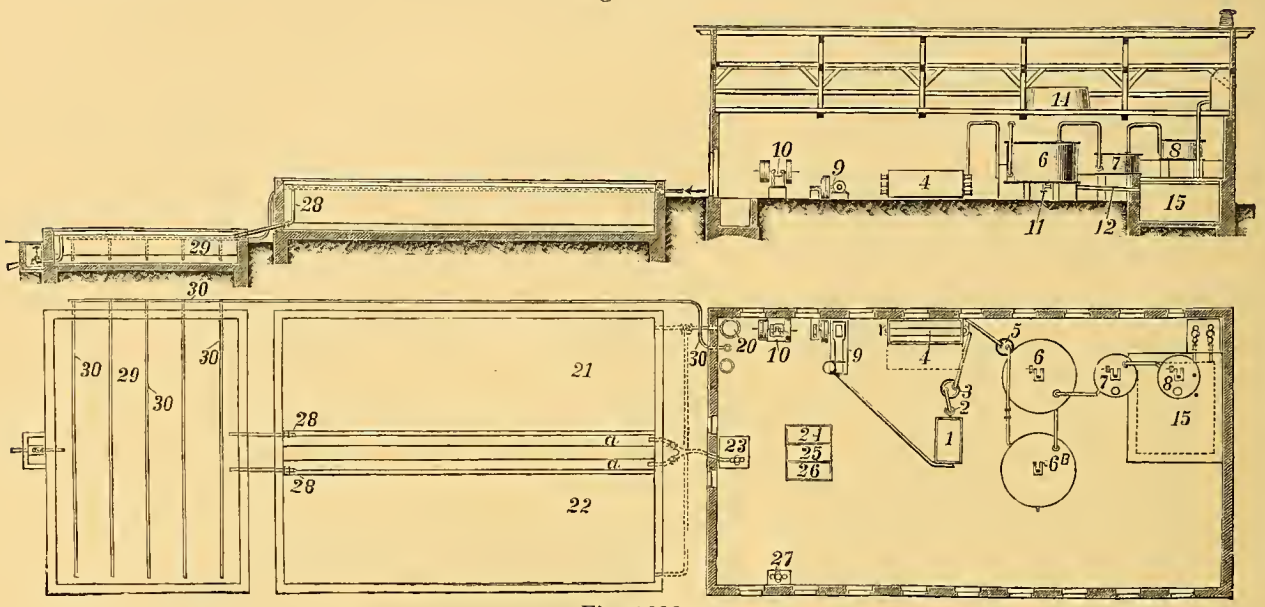






Fig. 1622.

Eine zur Ausführung dieses Verfahrens gebaute Anlage ist in Figg. 1621 und 1622 in Aufriss-Schnitt und Grundriss in 1 : 400 der wahren Grösse dargestellt. Die Laugenbereitung stimmt mit der auf Seiten 1502 bis 1506 beschriebenen überein. Die Druckpumpe *9* liefert die Luft zur Verbrennung des Schwefels im Ofen *1* und treibt die entstehende Schwefligsäure durch Kühler *2, 3, 4* sowie Waschgefäss *5* in die Kalkmilch-Bottiche *6, 7* und *8*.

Die Ablaugen fliessen von den Kochern in die Gruben *21* und *22*, werden aber auf dem Wege dahin in den Abflussrinnen oder andern Einrichtungen mit der durch Analyse ermittelten aus dem Bottich *20* kommenden richtigen Menge Kalkmilch innig gemischt. Das Monosulfit, welches sich in den Gruben *21* und *22* bildet, fällt rasch nieder, reisst die in der Lauge vorhandenen Zellstoff-Fasern mit und gleitet auf dem nach der mittleren Scheidewand abfallenden Boden in die vertieften Rinnen *a a*. Aus diesen wird der Niederschlag von der Schlammpumpe *23* angesaugt, in die Schlammkästen *24, 25* und *26* befördert und mit frischem Wasser gewaschen. Um die zum Aufrühren in den Schlammkästen nöthige Handarbeit zu sparen, kann man sie durch Rührbottiche oder andere Einrichtungen ersetzen.

Mit dem Monosulfit fallen manchmal organische Säuren aus, welche die Masse dunkel färben. Bei der später folgenden Behandlung mit Schwefligsäure lösen sich diese Stoffe wieder und lassen die Lauge klar erscheinen. Wenn dies vorher geschehen soll, kann man schon in den Waschkästen *24* bis *26* Schwefligsäure zusetzen.

Das gewaschene Monosulfit wird von der Pumpe *27* aus den Schlammkästen in den Rührbottich *6B* befördert und dort mit den aus den Kochern kommenden und in einer Schlange des Bottichs *14* verdichteten Abgasen in Lauge verwandelt. Falls der Bottich *6B* nicht alle Abgase aufnehmen kann, werden dieselben durch eine Rohrverbindung in den Bottich *6* und dessen Genossen *7* und *8* geleitet, wo sie den Rest ihrer Schwefligsäure abgeben. Die fertige Lauge fliesst in die Grube *15* ab, sie enthält auch den grössten Theil der in den Ablaugen befindlichen Fasern, die mit ihr wieder in die Kocher gelangen oder herausgefangen werden, also nicht verloren gehen.

Das gezeichnete Gebäude für die Laugenbereitung ist 28 m lang und 15 m breit und, wie die Wiedergewinnungs-Anlage, so gross, dass es für eine Tageserzeugung von 20 000 kg Zellstoff genügen würde.

Die aus den Absatzgruben *21* und *22* mit Drehhebern *28* in die tiefer gelegene Grube *29* geführte Lauge ist infolge des Zusatzes von etwas überschüssigem Aetzkalk noch alkalisch und zeigt desshalb dunkelbraune Färbung. Diese alkalische Beschaffenheit der Lauge ermöglicht rasche Oxydation der in den Kochlaugen noch enthaltenen und durch den Kalkzusatz aus ihrer Verbindung mit Calciumbisulfit freigemachten Aldehyde. Wird daher in die Lauge der Grube *29* mit einem Körting'schen Rührgebläse oder anderer Vorrichtung (Luftpumpe, Rootsblower usw.) Luft in solcher Weise geblasen, dass sie sich durch die mit zahlreichen engen Löchern versehenen Rohre *30* überall vertheilt, so oxydiren sich die Aldehyde zu Harzsäuren, die sich mit dem noch vorhandenen freien Aetzkalk zu unlöslichen Harzseifen verbinden und so niedergeschlagen werden. Ausserdem wird durch das Einblasen von Luft die geringe Menge des im Verhältniss von 1 : 800 gelösten neutralen schwefligsauren Kalks zu unschädlichem schwefelsaurem Kalk oxydirt. Mit den Harzen ist demnach auch die letzte Spur gelöster schwefliger Säure beseitigt, und aus der Lauge sind somit alle Stoffe entfernt, welche den Kiemenathmern Gefahr bringen, indem sie entweder wie die schweflige Säure direkt als Gift auf die Fische wirken oder wie Harze und verharzte Aldehydverbindungen die als Athmungsorgane der Fische dienenden Kiemen verkleben und verstopfen.

Nachdem etwa eine halbe bis dreiviertel Stunde lang Luft durch die Lauge in Grube *29* geblasen ist, wird die in derselben noch enthaltene geringe Menge von gelöstem Aetzkalk in der Weise beseitigt, dass man durch dieselbe Rohrleitung und mittels derselben Gebläsevorrichtung kohlensäurehaltige Rauchgase durch die Laugen drückt, hierdurch den noch vorhandenen Aetzkalk als unlöslichen kohlensauren Kalk ausfällt und mit den so gebildeten Absätzen noch eine grosse Menge gelöster und schwebender organischer Stoffe niederschlägt. Das Verfahren entspricht hierbei der zur Klärung des Saftes in den Zuckerfabriken üblichen Saturation. Die erforderliche Kohlensäure wird kostenlos aus dem Fabrikschornsteine in Form von Rauchgasen entnommen, welche bei richtiger Verbrennung etwa

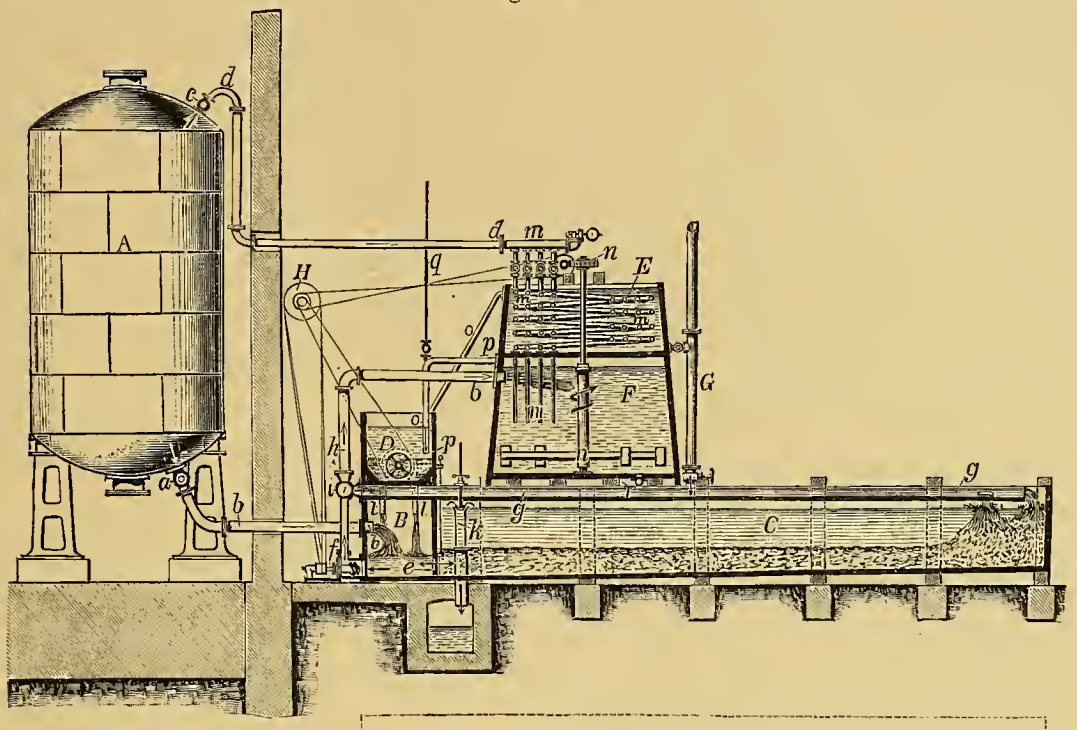
10 bis 12 pCt. Kohlensäure und 9 bis 11 pCt. Sauerstoff neben dem aus der Luft stammenden unveränderten Rest von Stickstoff enthalten. Nach dem Durchblasen von Luft und Rauchgasen behält die Lauge zwar noch eine etwas dunkle Färbung, die man aber, falls dies gewünscht wird, leicht durch Zusatz einer sehr geringen Menge schwefelsaurer Thonerde beseitigen kann. Nothwendig ist dieser Zusatz nicht, da man die aus der untern Grube nach und nach abfliessende Lauge vor ihrer Einführung in den Fluss mit den von den Separatoren, Holländern und der Papiermaschine kommenden grossen Wassermengen in Stoff-Fängern zusammenführt. Diese reagiren infolge ihres Gehalts an geringen Mengen von schwefligsauren Verbindungen, die von dem Waschen des Zellstoffs herrühren, noch immer schwach sauer, derart, dass ihr Säuregehalt genügt, um die dunkle Färbung der aus der Fällgrube kommenden konzentrirten Kochlauge zu beseitigen. Zur Ausfällung des Calcium-Monosulfits in den Gruben *21* und *22* kann man auch die bei der Chlorkalkauflösung verbleibenden Kalkrückstände benutzen, welche auf diese Weise nicht nur unschädlich gemacht werden, sondern noch vortheilhafte Verwendung finden.

Die Gruben *21* und *22* werden so gross genommen, dass in jeder mindestens die innerhalb 24 Stunden aus den Kochern kommenden Ablaugen Raum finden, sodass diese sich vollkommen abkühlen und absetzen und, was noch wichtiger ist, mit gut geregelten Abflussvorrichtungen dem Fluss in kleinen gleichmässigen Mengen zugeführt werden können. Eine Fabrik, welche 10 000 kg Sulfitstoff in 24 Stunden herstellt, liefert etwa 80 cbm = 80 000 l Ablauge. Da nun ein Tag $24 \times 60 \times 60 = 86\,400$ Sekunden hat, so braucht aus der untern Grube *29* in der Sekunde nur etwa 1 l gereinigter Kochlauge zu fliessen, und ein verhältnissmässig kleiner Wasserlauf genügt zur Aufnahme dieser Menge und deren Verdünnung bis auf vollkommene Unschädlichmachung. Bei plötzlichem Einlassen der gesammten Menge der von einer Kochung kommenden Lauge würde auch deren Entsäuerung nicht hinreichen, um bedenkliche Verunreinigungen und Störungen selbst bei grössern Flussläufen zu verhüten. Dr. Frank hat übrigens durch Analyse der nach seinem Verfahren gereinigten Kochlaugen nachgewiesen, dass dieselben sich zur Berieselung, namentlich von sauren Wiesen und Moorländereien, mit Erfolg verwenden lassen, da die Laugen die für den Pflanzenwuchs werthvollen Aschenbestandtheile des Holzes in gelöstem Zustande enthalten, während sie von allen den Pflanzen schädlichen Stoffen befreit sind.

Die Einführung des Verfahrens ist auf Grund von Gutachten bedeutender Chemiker mehreren Fabriken, welche an wasserarmen Flussläufen gebaut werden sollten, zur Bedingung der Konzessionsertheilung gemacht worden, und Dr. Frank hat bei einer Fabrikanlage in Munkdal in Schweden, in deren Wasserlauf eine werthvolle Lachsfischerei besteht, auf ein Jahr nach Inbetriebsetzung der Sulfitstofffabrik Bürgschaft dafür geleistet, dass die Fischerei in keiner Weise geschädigt werde. Bei Fabriken, welche an grossen Flüssen liegen, kann die lediglich zum Zweck der Reinigung in den untern Gruben stattfindende Behandlung der Laugen mit Luft fortfallen und der Betrieb nur auf die Wiedergewinnung der schwefligen Säure als Monosulfit beschränkt werden, in welchem Falle auch geringerer Zusatz von Aetzkalk genügt. Die Kymmene Aktie-Bolag in Finnland hat durch das Verfahren eine Verminderung des Schwefelverbrauchs um 40 pCt. erzielt.

Zu engerer Ausführung des Frank'schen Verfahrens hat Direktor Rudolf Kron eine Einrichtung ersonnen, die von der Maschinenfabrik Golzern in Sachsen

Fig. 1623.



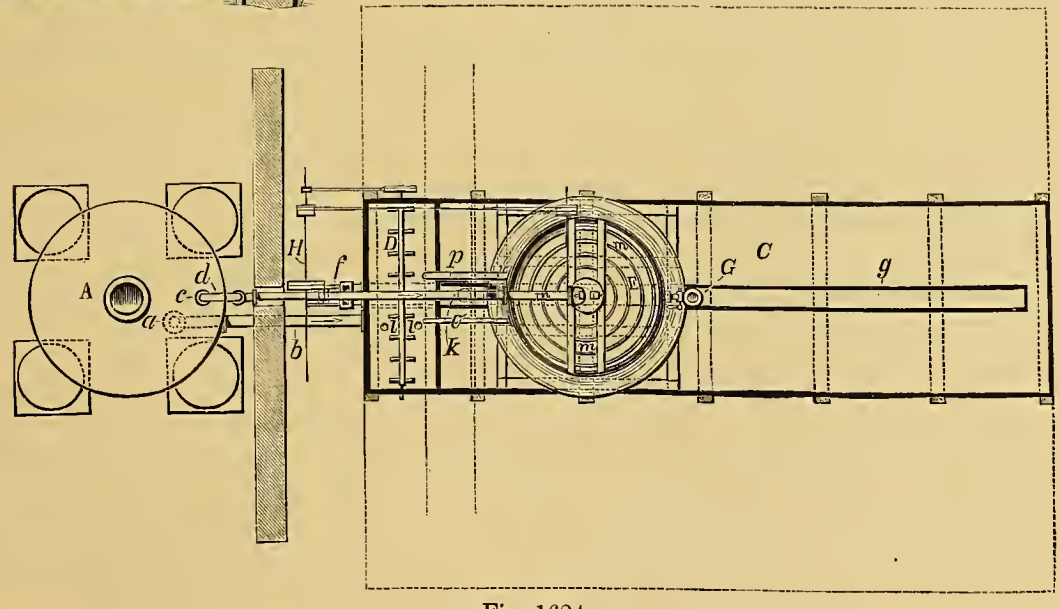




Fig. 1624.

ausgeführt wird. Dieselbe ist nach der in der Papier-Zeitung Nr. 58 von 1893 erschienenen Beschreibung in Figg. 1623 und 1624 in Auf- und Grundriss in 1:150 der wahren Grösse dargestellt.

Die im Kocher *A* benutzte Sulfitlauge wird durch Hahn *a* und Rohr *b* in einen Behälter *B* abgelassen, über welchem ein andrer *D* mit Rührer steht, in dem Kalkmilch bereitet wird. Aus Mischbottich *D* wird die Kalkmilch durch Röhren *l* in den Behälter *B* nach Bedarf abgelassen, vermischt sich dort mit der gebrauchten Sulfitlauge und neutralisirt die darin befindliche freie schweflige Säure. Die Verbindung *e* zwischen dem Behälter *B* und dem anstossenden *C* ist in diesem Augenblick geschlossen, dagegen befördert die Schrauben-Pumpe *f* durch den Dreiweg-Hahn *i* die Mischung von Lauge und Kalkmilch in die Rinne *g*, von welcher sie in den entferntesten Theil des Behälters *C* abgeliefert wird. Nachdem die Lauge aus dem Kocher *A* abgelaufen ist, leitet man Wasser in denselben, welches sich mit zurückgebliebener Lauge sättigt und wieder durch Hahn *a* und Rohr *b* in den Behälter *B* abgelassen, in gleicher Weise wie die Lauge selbst behandelt und durch Rinne *g* in den Behälter *C* gefördert wird. In diesen Mischungen bildet sich aus dem Kalk-Hydrat der Kalkmilch und der vorhandenen freien Schwefligsäure unlösliches Monosulfit, d. h. einfachschwefligsaurer Kalk, welcher sich zu Boden setzt, während die wässrige Flüssigkeit obenauf stehen bleibt. Dieses überstehende Wasser wird durch das verstellbare Rohr *k* möglichst bis auf den Niederschlag in einen untern Kanal abgelassen. Um das abgelagerte Monosulfit recht rein zu waschen, lässt man aus dem Rohr *G* frisches Wasser in die Rinne *g* und den Behälter *C* fliessen, dasselbe vermischt sich mit dem abgelagerten Monosulfit, fliesst mit demselben durch die geöffnete Verbindung *e* in den Behälter *B* und wird von der Schrauben-Pumpe *f* durch Hahn *i* und Rinne *g* in den Behälter *C* zurückgebracht. Nachdem sich hier das Monosulfit wieder abgesetzt hat, lässt man das überstehende Wasser durch Rohr *k* abfliessen. Wenn diese Waschung zwei- oder dreimal wiederholt ist, fördert man das Monosulfit durch Pumpe *f*, Hahn *i* und Rohr *h* in den untern Theil *F* der Doppelbütte *EF*. In dem obern Theil *E* dieser Bütte liegt eine vielfältige Kühl- und Kondensschlange *m*, in welche durch Rohre *c d* das Abgas aus dem Kocher *A* geblasen wird. Das Kühlwasser für die Schlange *m* wird aus Rohr *G* zugeleitet, und der Ueberschuss fliesst durch Rohr *o* in den Kalkmilch-Bottich *D*. Die aus dem Abgas verdichtete Schwefligsäure fliesst aus der Schlange *m* durch mehrere Auslässe in die untere Abtheilung *F* des Doppel-Bottichs und löst dort das Monosulfit, welches von einem Rührer *n* in steter Bewegung gehalten wird, zu doppeltschwefligsaurem Kalk auf. Hier bildet sich also aus dem reinen ausgewaschenen Monosulfit und der wiedergewonnenen Schwefligsäure die Ursprungs-Lauge von neuem und kann wieder verwendet werden. Sollte der untere Behälter *F* zu voll werden, so läuft der Ueberschuss an Monosulfit oder Schwefligsäure durch Rohr *p* in die Kalkmilch des Bottichs *D*. Ein nach oben gehendes Rohr *q* lässt die darin befindliche Luft entweichen. Rührer und Pumpe erhalten ihren Antrieb von der Welle *H* aus. Das aus den Laugen einer Kochung gewonnene Monosulfit kann erst durch die abgekühlten Gase der folgenden Kochung gelöst werden, und falls mehrere Kocher vorhanden sind, richtet man sie so ein, dass die Abdampf- und Abflussrohre aller in die beschriebene Einrichtung münden.

**553. Trocknen und Lochen.** Zellstoff, gebleicht oder ungebleicht, wird allgemein auf sogenannten Entwässerungsmaschinen in Pappe verwandelt. Diese Maschinen sind Cylinder- oder Langsiebmaschinen, bei deren Bau nur gründliche Entwässerung und Trocknung angestrebt wird, da kein Papier damit angefertigt, sondern nur möglichst viel Zellstoff in versandtfähige Form gebracht werden soll. Manche Theile der Maschinen können daher in einfacherer Weise als für Papiermaschinen hergestellt und dadurch billiger werden.

In Amerika, wo man mit der Behandlung der Siebcylinder sehr vertraut ist, werden die Entwässerungsmaschinen meistens mit einem oder mehreren derselben versehen, während in Europa die gewohnten Langsiebe vorgezogen werden. In den meisten Fällen versieht man die Maschinen mit Knotenfängen, um dem Stoff noch eine letzte Reinigung zu geben. Um dem Trockner die Arbeit zu erleichtern, entzieht man dem Stoff durch 2 oder 3 kräftige Nasspressen möglichst viel Wasser auf mechanischem Wege. Von der Heizfläche des Trockners, d. h. von der Zahl und Grösse der Trockencylinder hängt dann hauptsächlich die Leistungsfähigkeit der Maschine ab.

In Fabriken, die für eignen Bedarf arbeiten oder den Zellstoff nicht auf weite Entfernung versenden, genügt ein Entwässerungssieb, welches noch durch

eine Presse ergänzt werden kann. In Fig. 1625 ist eine solche von der Maschinenbau-Anstalt Golzern in Sachsen gebaute Maschine in 1:50 der wahren Grösse dargestellt. Der Stoff fliesst von den Knotenfängen auf den Siebtisch *a*, der mit weniger Walzen als bei der Papiermaschine und meist nicht mit Schüttlung versehen, also einfacher gebaut ist. Einrichtungen zur Format- und Gewichtsänderung fallen weg, weil man stets die Siebbreite möglichst ausnutzt. Der Stoff gelangt mit dem Sieb über die Sauger, durch die Gautschpresse *b* und wickelt sich auf einer in Gleitführungen auf dem Sieb liegenden Welle *d* auf. Dieses Aufwickeln erfolgt von selbst, wenn man die durch Gautschpresse *b* gegangene Stoffbahn über der Walze *c* mit der Hand von dem bis dahin verlängerten Sieb nimmt und um die in Gleitführungen darauf ruhende Welle *d* wickelt. Die Welle mit der Stoffbahn wird dann von dem Sieb weiter gedreht und füllt sich mit Stoff, bis man sie abnimmt und durch eine leere Welle ersetzt. Durch diese Siebtrocknung erhält man eine Masse, die noch 70 bis 75 pCt. Wasser, also nur

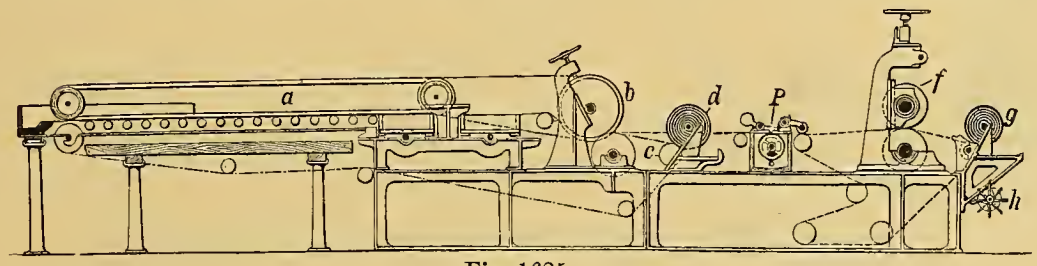



Fig. 1625.

30 bis 25 pCt. trockene Fasern enthält, sich also nicht zum Versandt auf grössere Entfernungen eignet. Der Stoff lässt sich jedoch bis auf 50 pCt. Wassergehalt bringen, wenn man denselben von der Gautschpresse *b* unmittelbar durch die Nasspresse *f* führt und auf Welle *g* rollt, die ihn vom Filz abnimmt. Viele Papier-Fabrikanten wünschen den Stoff nicht in Form feuchter Pappe zu erhalten, weil sie diese beim Eintragen in die Holländer zerfetzen müssen. Sie rollen desshalb den Stoff nicht auf Welle *g*, sondern führen ihn abwärts durch den Zerpflücker *h*, von dem in Fig. 1626 eine Vorderansicht in 1:6 der wahren Grösse dargestellt ist. Fig. 1627 zeigt in durchbrochener Längsansicht und gleichem Maassstab den Kamm und die Stiftenwalze, welche das Zerpflücken bewirken und der Deutlichkeit wegen auseinander gerückt sind. Die in die Holzwalze *W* eingeschlagenen Stifte *s* gehen bei Drehung der Walze durch die Aussparungen *c d f* des Kammes *K*, dessen Gesammt-Querschnitt in Fig. 1626 durch *a b c f d* dargestellt ist. Die feuchte Stoffbahn oder Pappe geht in der Richtung des Pfeils nach abwärts, wird dabei von den Stiften *s* erfasst und auf dem Kamm zerfetzt. Die Walze *W* ist mit äussern Ringen *r* sowie eingetriebenen Keilen *h* auf der vierkantigen, mit runden Zapfen versehenen Welle *g* befestigt. Eine Maschine der beschriebenen Art soll bei einer Arbeitsbreite von 1500 mm in 24 Stunden 10 bis 12 000 kg Stoff mit 45 bis 50 pCt. Trockenfasern liefern.

Die Zollbehörden einiger Staaten betrachten den in Pappenform eingeführten Zellstoff als Pappe, wenn er nicht durch viele Löcher zur Verwendung als Pappe ungeeignet gemacht ist. Sie verlangen, dass die Pappe mit kreisrunden, nicht

mehr als 130 mm voneinander entfernten Löchern versehen ist. Da die Verzollung zu dem höhern für Pappe erhobenen Satze in den meisten Fällen die Einfuhr unmöglich macht, so müssen die Fabrikanten dieser Vorschrift entsprechen, wenn sie den Stoff nicht zerfetzt oder in Kuchenform liefern wollen. Sie halfen sich anfangs damit, dass sie die noch feuchte Zellstoff-Pappe-Bahn über eine Stachelwalze *W* von der in Figg. 1626/7 dargestellten Art so weglaufen liessen, dass sich die Stacheln *s* in die Zellstoff-Bahn einbohrten und diese durchlochten. Die von den Stacheln herausgedrückten Fetzen hingen jedoch an einer Stelle noch an der Pappenbahn, konnten sich wieder in das Loch einfügen und machten den Eindruck, dass man die Löcher damit wieder schliessen könne. Manche Zollbehörden erklärten desshalb nach einiger Zeit, dass solche Lochung nicht genüge, da sie die Verwendung als Pappe nicht unmöglich mache, und verlangten die oben erwähnten kreisrunden Löcher. Die Fabrikanten fanden auch die von den

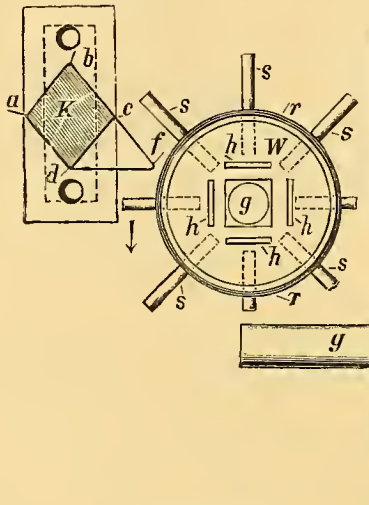



Fig. 1626.

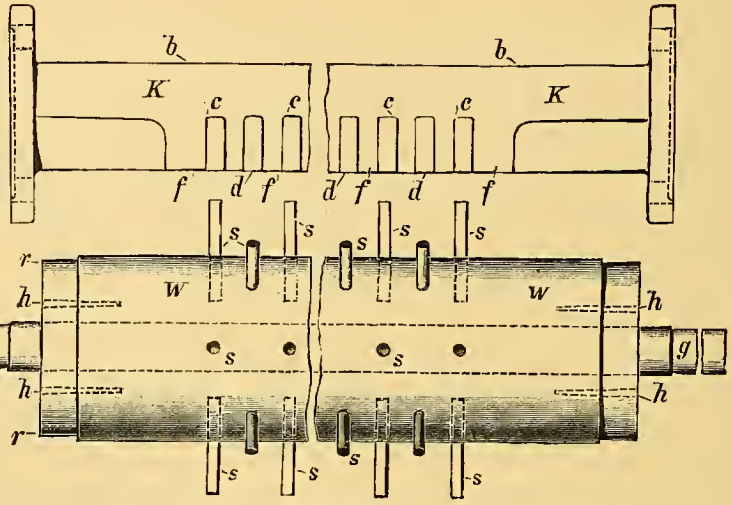



Fig. 1627.

Stacheln herausgestossenen, aber noch anhängenden Fetzen beim Aufrollen der Zellstoff-Bahn sehr unbequem, da sie sich zwischen die Papplagen betteten und glattes Aufwickeln hinderten. Man suchte desshalb nach Hilfsmitteln, um die Pappenbahn mit Löchern zu versehen, die deren Unbrauchbarkeit als Pappen sichern. Ein solches ist der in Nr. 99 der Papier-Zeitung von 1894 beschriebene Pietryga'sche Locher, dessen Bau die Maschinenbau-Anstalt Golzern übernommen hat.

Figg. 1628/29/30 geben eine Darstellung desselben in 1 : 10 der wahren Grösse. Er steht zwischen der Gautsch- und Nasspresse so in der Papiermaschine, dass die Zellstoff-Bahn über die Kupferwalze *B* wegzieht. Diese Kupferwalze *B* ist im Kasten *A* gelagert und auf ihrer Oberfläche mit vier parallel zur Walzenachse laufenden Reihen von Löchern versehen. Diese Löcher sind, wie die Abwicklungsskizze des Mantels *B* neben Fig. 1630 zeigt, versetzt zu einander angeordnet. Ueber der Walze befinden sich links und rechts die Wellen *D* und *E* mit den Lochern *F F*$^1$ und den Daumen *G G*$^1$. Die Locher sitzen lose auf den Wellen und tragen auf der Vorderseite in Scharnieren je einen Stempel *J*, von gleichem Durchmesser wie die Löcher *1 2 3 4* der Walze *B*. Auf der Rückseite tragen die Locher Gegengewichte *P P*$^1$, die dafür sorgen, dass die Stempel *J* über der Walze stehen und über dem Stoff gehalten werden. Die Locher sind so angeordnet, dass die Stempel der Reihe *F* in die Löcher *1* und *3* der Walze, die Stempel der Reihe *F*$^1$ in die Löcher *2* und *4* der Walze *B* fallen.

Gegenüber jedem Locher sitzen auf den zugehörigen Wellen aufgekeilt die Daumen $G$ und $G^1$. Die Welle $D$ überträgt ihre Bewegung durch ein Stirnrad $K$ und ein Zwischenrad $L$ auf das Rad $M$ der Walze $B$, welche sich in der Richtung des Stofflaufs dreht. Rad $M$ greift wiederum in das Rad $N$ der Welle $E$ und dreht diese im entgegengesetzten Sinne. Die Räder $K$ und $N$ sind halb so gross wie das Rad $M$, und ihre Wellen mit dem Daumen drehen sich mithin während einer Drehung der Walze zweimal.

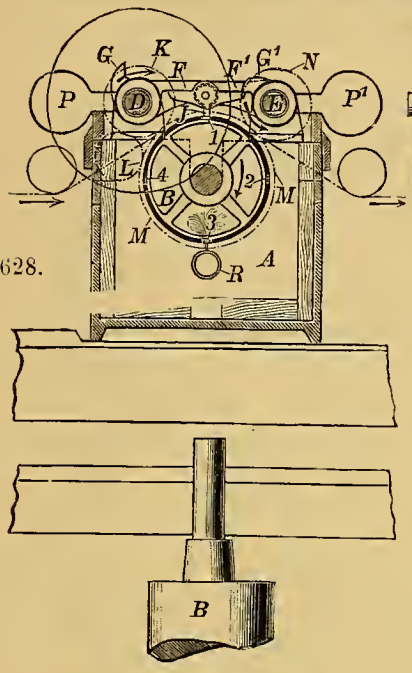



Fig. 1628.

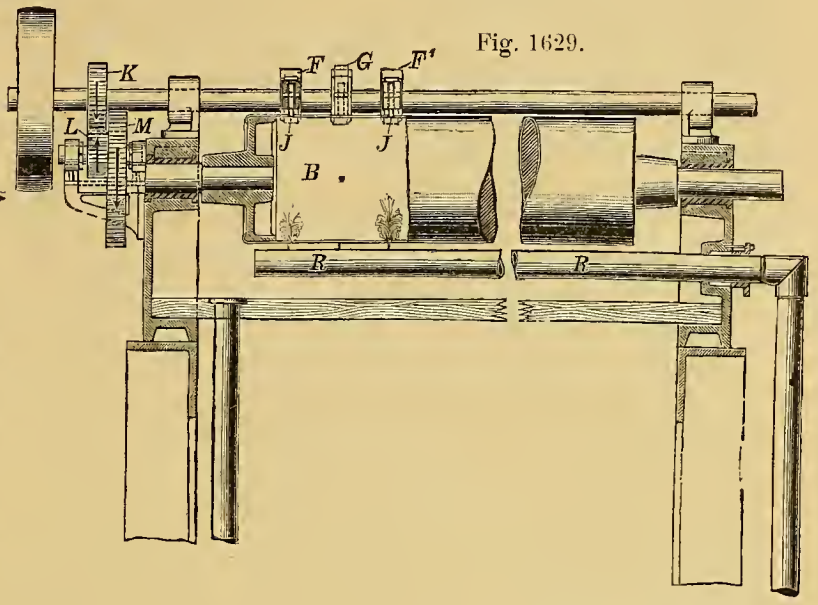



Fig. 1629.

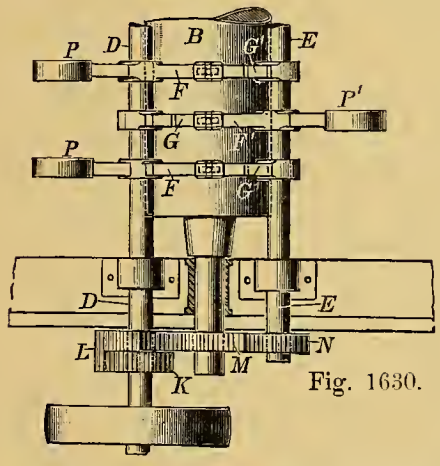
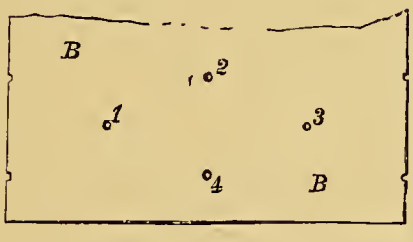



Fig. 1630.




Bei der in der Zeichnung wiedergegebenen Stellung steht die Daumenreihe $G^1$ im Begriff, die Locherreihe $F$ in die feuchte Stoffbahn und somit in die Löcher *1* der Walze $B$ einzudrücken. Dies geschieht bei weiterer Drehung, und dabei werden runde Scheibchen aus der Stoffbahn gestossen, die in das Innere der Walze $B$ fallen. Dadurch, dass die Stempel in Scharnieren hängen und sich frei bewegen können, folgen sie der Drehung der Walze $B$ etwas, sodass diese in ihrer Fortbewegung nicht behindert wird. Durch die Gegengewichte $P\,P^1$ werden die Stempel aus den Löchern sofort wieder herausgehoben, und das Spiel wiederholt sich mit der Stempelreihe $F^1$ nach einer Drehung der Lochwalze $B$ um $90^0$.

Unter der Walze befindet sich ein Spritzrohr $R$, welches die in der Walze liegenden Zellstoff-Scheibchen durch seitliche Oeffnungen der Walze herausspült.

Der Locher ist seit einigen Jahren in der Cellulose-Fabrik Stahlhammer des Grafen H. Henckel von Donnersmarck in Oberschlesien in Betrieb.

Eine von der Maschinenbau-Anstalt Golzern gebaute vollständige Entwässerungsmaschine ist in Fig. 1631 in 1:100 der wahren Grösse dargestellt. Der Stoff fliesst über den Sandfang *a* und zwei nebeneinanderstehende Riesenplanknotenfänge *b* auf das Sieb *d*, welches zwar keine Schüttlung hat, aber so eingerichtet ist, dass es leicht damit versehen werden kann. Hinter der Gautschpresse *e* ist

ein Roller *f* und hinter der zweiten Nasspresse ein ebensolcher *k* angebracht, damit man bei *f* Stoff mit 25 pCt. trockner Fasern und bei *k* mit 50 bis 55 pCt. aufrollen und abnehmen kann. Zwischen Roller *f* und Presse *h* ist ein Pietryga'scher Locher von oben erklärter Bauart eingeschaltet. Hier sind im Gegensatz zu Fig. 1625 zwei Nasspressen angewendet, weil es vortheilhafter ist, den Filz in der ersten Presse *h* weniger stark in Anspruch zu nehmen, also weniger stark zu pressen und dafür mit *i* nachzupressen.

Wenn der Stoff ganz trocken werden soll, führt man ihn von *i* unmittelbar auf den ersten von 13 Trockencylindern von 1220 mm Durchmesser, die ohne Filze laufen und sämmtlich von einer Stelle aus angetrieben werden. Die Zellstoffbahn geht vom Cylinder *1* auf *2*, wo sie von einer Walze *l* angepresst wird, und setzt ihren Weg über *3* bis *12* fort, wo sie von einer gleichen Walze *m* denselben Druck erfährt. Da die Cylinder keine Filze haben, so soll der Stoffbahn durch die Anpresswalzen *l m* etwas Spannung gegeben werden.

Der getrocknete Stoff wird entweder in üblicher Weise aufgerollt oder auf der in Fig. 1631 skizzirten Maschine *p* längs und quer in Pappen-Bogen zerschnitten.

Eine Maschine solcher Bauart mit 17 Trockencylindern und 2400 mm Breite liefert in der Papierstoff-Fabrik der Kellner-Partington Co. zu Hallein in 24 Stunden 24000 kg trockenen Stoff.

Der Längs- und Querschneider *p* ist in Figg. 1632 und 1633 in 1:40 der wahren Grösse besonders dargestellt. Die Stoffbahn wird zuerst durch die auf Wellen *a* sitzenden ein oder zwei Paar Kreismesser geführt, um in 2 oder 3 Bahnen zerlegt zu werden. Diese gehen durch Zuführwalzen *b* zu der Klemmwalze *d*, welche den Stoff auf das waagrechte festliegende Messer niederdrückt. An dessen Vorderkante schneidet das beweglich mit Armen auf Welle *g* befestigte Messer *f* die Stoffbahn quer durch. Die Pappenbogen werden in dem schrägstehenden Kasten *h* aufeinander gelegt.

Einige Erfinder erzeugten die Löcher in der Zellstoffbahn dadurch, dass sie auf der Papiermaschine von unten unter starkem Druck Wasserstrahlen durch Sieb und Stoff trieben.

Nach der deutschen Patentschrift Nr. 40878 von 1887 ist ein solches Verfahren den Herren F. Thiry in Huy und P. Delstanche in Visé, Belgien, geschützt. Unter dem Metalltuch liegen Rohre, durch deren Löcher in regelmässigen Zeitabschnitten starke Wasserstrahlen nach oben gespritzt werden. Das Zulass-Ventil der Rohre erhält eine ruckweise Bewegung, durch welche es sich öffnet und schliesst. Die über der Stoffbahn austretenden Wasserstrahlen, welche den aus der Bahn gerissenen Stoff enthalten, werden oberhalb aufgefangen und abgeleitet.

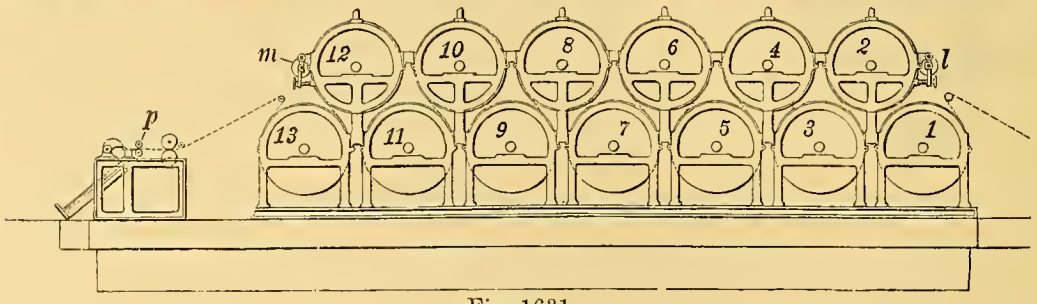



Fig. 1631.

Das erloschene, von Nr. 40878 abhängige deutsche Patent 48639 von C. Vanoli aus 1889 strebt denselben Zweck an. Das in Fig. 1634 im Durchschnitt dargestellte Wasserrohr *A* mit den Ausströmungsdüsen *C* liegt in einem sich drehenden Rohr *B*, welches mit zahlreichen Löchern versehen und in Fig. 1635 besonders dargestellt ist. Die Düsen werden somit ab-

wechselnd vom Rohr *B* überdeckt und blossgelegt und können ihre Wasserstrahlen durch Löcher *b* nach oben senden. Die Rohre liegen zwischen Sauger und Gautschpresse unter dem Sieb und müssen mit Wasser gespeist werden, welches $^1/_2$ bis 1 Atmosphäre Druck ausübt, damit es mit genügender Kraft durch Sieb und Stoff spritzt. Die Düsen *C* stehen schräg, damit der durchgespritzte Stoff nach hinten auf die Stoffbahn fällt, also kein Stoffverlust entsteht. Mittels der Drehgeschwindigkeit des Rohrs *B* und Anordnung der Löcher *b* kann man die Stoffbahn an beliebig vielen Punkten durchspritzen.

Diese Spritzlöcher haben, obwohl sie auf den ersten Blick sehr zweckmässig scheinen, keine grössere Verbreitung erlangt, weil der erforderliche starke Wasserdruck häufig nicht vorhanden ist und ungleiche Trocknung der Stoffbahn entsteht. Beim Durchspritzen häuft sich nämlich rings um die Löcher der Stoff und bildet dicke Ränder, die in den Pressen starken Druck erfahren, aber verhindern, dass die übrige Stoffbahn gut entwässert wird. Diese Ränder werden dann auf dem Trockner viel trockener als die Bahn selbst, und wenn diese trocken wird, sind die Ränder von der Hitze gebräunt, d. h. verkohlt und der Stoff damit verunreinigt.

Fig. 1632.

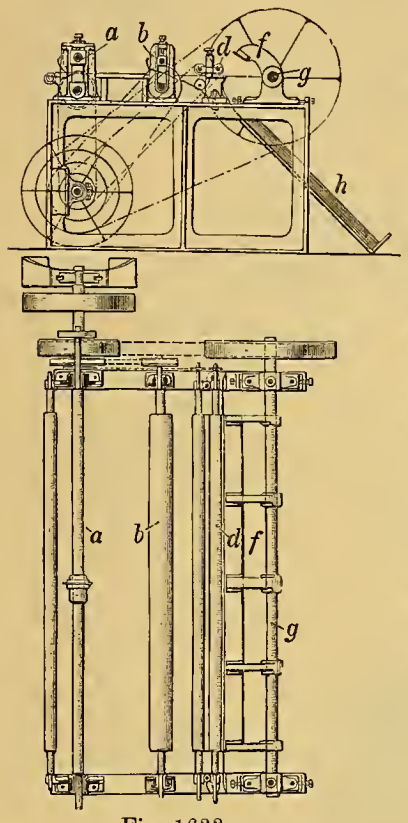



Fig. 1633.

Figg. 1636 bis 1639 veranschaulichen einen Stofflocher, für welchen die Kühnle'sche Maschinenfabrik in Frankenthal das D. R. P. Nr. 76721 erhalten hat. Die Stempel und Gesenke, welche auf einem um eine Achse schwingenden Gestell angeordnet sind, folgen der fertigen trockenen Stoffbahn während des Lochens und kehren dann sofort wieder in die Anfangsstellung zurück.

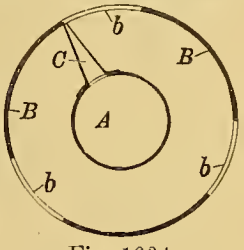



Fig. 1634.

Fig. 1637 zeigt die Vorderansicht des Lochers, Figg. 1636 und 1638 sind Seitenansichten der Enden, mit Schnitt durch Stempel- und Gesenkträger. Fig. 1639 ist ein Grundriss. Die Vorrichtung wird von einem ⌐¬ Eisen getragen und lässt sich daher leicht an dem Rahmen der Pappen- oder Papiermaschine anbringen. Der balkenartige Gesenkträger *M* sitzt mit seinen beiden Stützen $M^1$ drehbar auf Welle *a;* der Stempelträger *S* mit Stempeln *s* ist an seinen beiden Enden durch Arme $S^1$ mit dem Gesenkträger um *b* drehbar verbunden. Die vor- und

Fig. 1635.

rückgehende Bewegung des ganzen Gestells wird durch die beiden auf der Antriebswelle *W* sitzenden Exzenter *e* bewirkt, welche durch die Exzenterstange $e^1$ mit den Stützen $M^1$ des Gesenkträgers

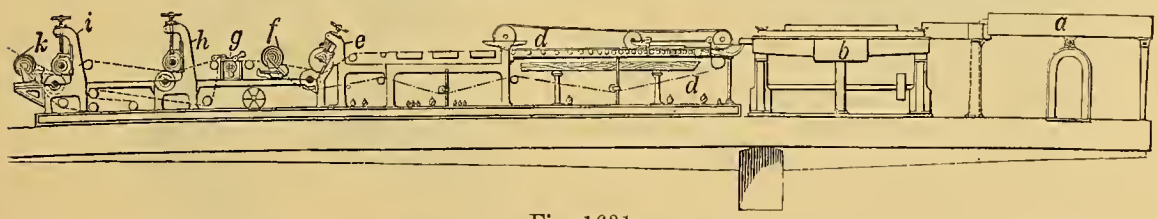



Fig. 1631.

verbunden sind. Die auf- und abgehende Bewegung des Stempelträgers erfolgt durch Kurvenscheiben *d*, welche ebenfalls auf der Antriebwelle *W* sitzen. Gegen diese Kurvenscheiben legen sich die Rollen $d^2$ der um $h^1$ drehbaren Hebel *h;* letztere sind durch Lenkstangen *z* mit dem Stempelträger *S* verbunden. Jede Lenkstange ist von einer Schraubenfeder *f* umgeben, welche

den Stempelträger in seiner höchsten Lage hält und die Rolle $d^2$ am freien Ende des Hebels $h$ gegen die Kurvenscheibe $d$ drückt.

Die Exzenter $e$ und Kurvenscheiben $d$ sind derart auf der Welle $W$ befestigt, dass Daumen $d^1$ den Hebel $h$ niederdrückt, wenn das Gestell $MS$ durch Exzenter $e$ vorwärts bewegt

Fig. 1636. Fig. 1637. Fig. 1638.

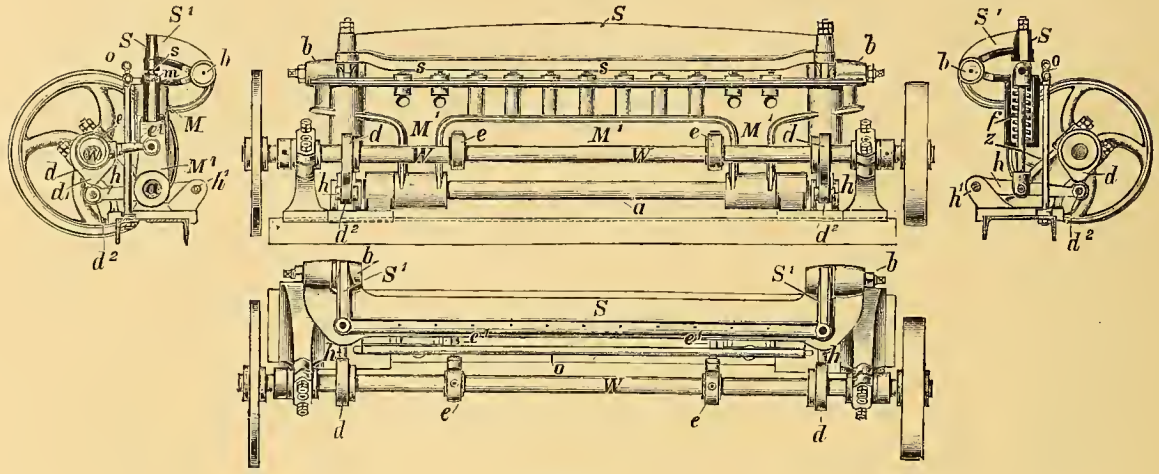


Fig. 1639.

wird. Dadurch wird gleichzeitig der Stempelträger $S$ durch die Stangen $z$ abwärts bewegt, sodass die Stempel $s$ in die Gesenke $m$ (Fig. 1636) treten und die Pappe durchlochen. Sobald

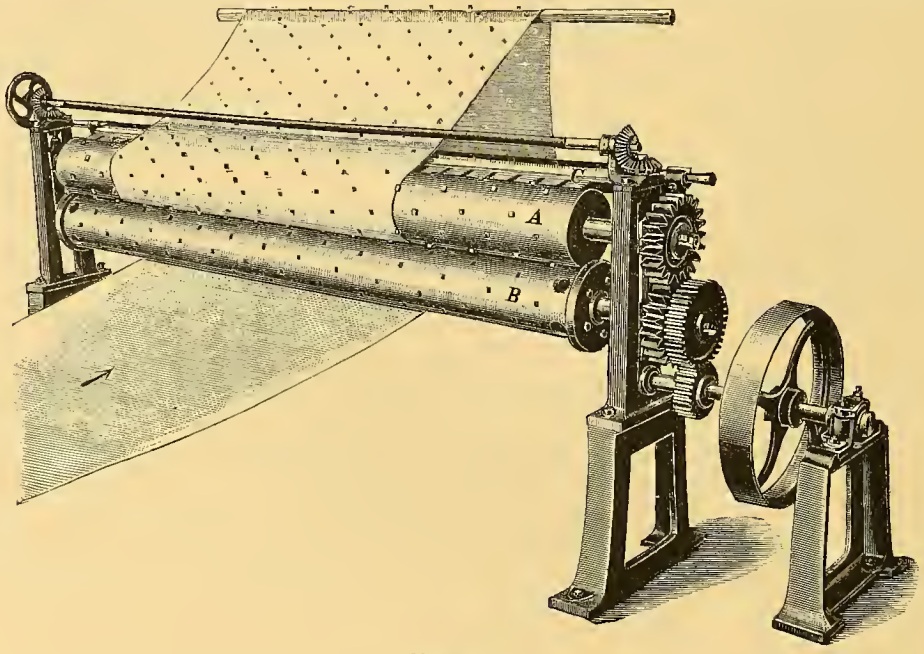


Fig. 1640.

Rolle $d^2$ von dem Daumen $d^1$ abgleitet, heben die Federn $f$ den Stempelträger und ziehen die Stempel aus den Gesenken. Da während der Rückbewegung des schwingenden Gestelles die Rolle $d^2$ an dem kreisförmigen Theil der Kurvenscheibe $d$ gleitet, bleiben die Stempel gehoben.

Der Antrieb der Vorrichtung muss derart geregelt werden, dass das Gestell *M S* sich mit gleicher Schnelligkeit vorwärts bewegt wie die zu lochende Stoffbahn. Zwei kleine Leitwalzen *o*, zwischen welchen der Stoff geführt wird, halten denselben nieder, während sich die Stempel aus den erzeugten Löchern nach oben ziehen.

In der photographischen Darstellung Fig. 1640 ist ein Locher gezeigt, welchen H. Füllner in Warmbrunn, Schlesien, zu gleichem Zwecke baut. Die obere Walze *A* ist mit Stiften versehen, welche in die Löcher der untern Walze *B* passen und ebensoviel Löcher in die Pappenbahn schneiden. Die Stifte sind auf der Aussenfläche abgeschrägt, damit sie annähernd einen Scheerenschnitt machen und nicht durchdrücken. Ein auf der obern Walze *A* liegender Schaber *C* hält etwa anhängende Fetzen zurück, nimmt erforderlichen Falls die Bahn bequem ab und ist mit Einschnitten versehen, welche die Stifte durchlassen.

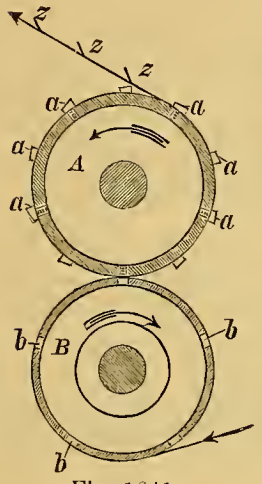


Fig. 1641.

Aus dem Querschnitt durch die Walzen, Fig. 1641, ist deren Bauart deutlich erkennbar. Walze *A*, welche die eingesetzten Stifte *a* aus naturhartem Stahl trägt, ist aus Gusseisen, die Gegenwalze *B* mit Löchern *b* dagegen aus Stahlrohr angefertigt, damit die Kanten der Löcher *b* Stahlschneiden bilden, die mit den Stahlstiften *a* zusammen arbeiten. Der Locher kann so eingerichtet werden, dass alle 4 Seiten der Stifte *a* schneiden und die ausgestossenen Stückchen Zellstoff-Pappe in den Hohlraum der Walze *B* fallen. Hier sammeln sie sich solange an, bis sie nach den Enden gedrückt werden, wo sie durch je vier runde Löcher in darunter stehende Holzkasten fallen.

Wenn die ausgeschnittenen Zellstoff-Quadrate an der Zellstoff-Bahn hängen bleiben sollen, so lässt man nur drei Seiten der Stifte schneiden, sodass die Stückchen *z* wie in Fig. 1641 gezeichnet an ihrer Rückseite mit der Bahn verbunden bleiben. Dann wird die Bahn unter einem Streichbrett durchgeführt welches die Stückchen *z* zurücklegt, und in solcher Weise von Walzen an die Trockencylinder gepresst, dass die zurückgelegten Stückchen sich an die Bahn schliessen und die Löcher ganz frei lassen.

Der Locher wird meist zwischen Pressen und Trockner in die Papiermaschine geschaltet.

Da nicht alle Staaten die erwähnten Verzollungs-Schwierigkeiten machen, so halten es viele Zellstoff-Fabrikanten nicht für nöthig, theure Einrichtungen zum Lochen anzuschaffen. Manche begnügen sich mit einer Stachelwalze nach Figg. 1626/7, welche die aus den Löchern gestossenen Pappestückchen nicht ablöst, aber doch nach aussen drängt und fügen das oben erwähnte Streichbrett zu, welches die Stückchen entweder abreisst oder umlegt. Bei einiger Sorgfalt kann auch hiermit den erwähnten strengen Anforderungen genügt werden.

**554. Neuere Sulfitstoff-Anlagen.** Die Aktien-Gesellschaft Feldmühle hat 1892 den Betrieb einer neuen Anlage bei Cosel in Schlesien eröffnet, die seitdem erfolgreich arbeitet. Verf. besichtigte dieselbe im Mai 1895 und gab in der Papier-Zeitung folgende Beschreibung derselben:

Die Gesellschaft hatte etwa 20 Morgen Land in einem Dreieck erworben, welches von der Bahnstrecke Neisse-Cosel, vom Klodnitz-Kanal und von der Oder begrenzt ist. Die Lage

ist um so besser gewählt, als an dieser Stelle, unmittelbar bei der Fabrik, der grosse Oder-Hafen gebaut wird und theilweise schon fertig ist, von welchem die Schiffahrt ausgeht und längs welchem 14 Bahngeleise münden.

Das ausschliesslich zur Verarbeitung kommende Fichtenholz wird auf einem Anschlussgeleise bis in den Hof gebracht, wo die Holzvorräthe sehr übersichtlich aufgestapelt und mit Schildern versehen sind, welche Herkunft und Inhalt der Stapelreihen angeben. Zwischen den aufgestapelten Hölzern liegen Schmalspurgeleise, die das Holz auf Rollwagen bis in den Putzraum bringen.

Die Holzzerkleinerung, Reinigung und Sortirung ist von der auf Seiten 1444 bis 47 beschriebenen Art. Die Sortirung der zerhackten und zerschleuderten Stückchen erfolgt nach dem erwähnten Verfahren in Cylindern, deren Felder mit Sieben von verschiedener Maschenweite überzogen sind. Mit den in Fig. 1403 Seite 1448 skizzirten Kletzl'schen längsmaschigen Sieben, deren *parallele* Drähte zur Achse senkrecht liegen, wird hier überraschend gute Sortirung und vollkommene Abscheidung der Aeste erzielt. Längs dem Gurt, welcher die guten Holzstückchen fortträgt, stehen Mädchen, welche die letzten Reste von Bast, Mark, Rinde, Holzstückchen usw. herausnehmen. Der Direktor und Schöpfer des Anwesens, Herr Dr. Leo Gottstein, hofft jedoch

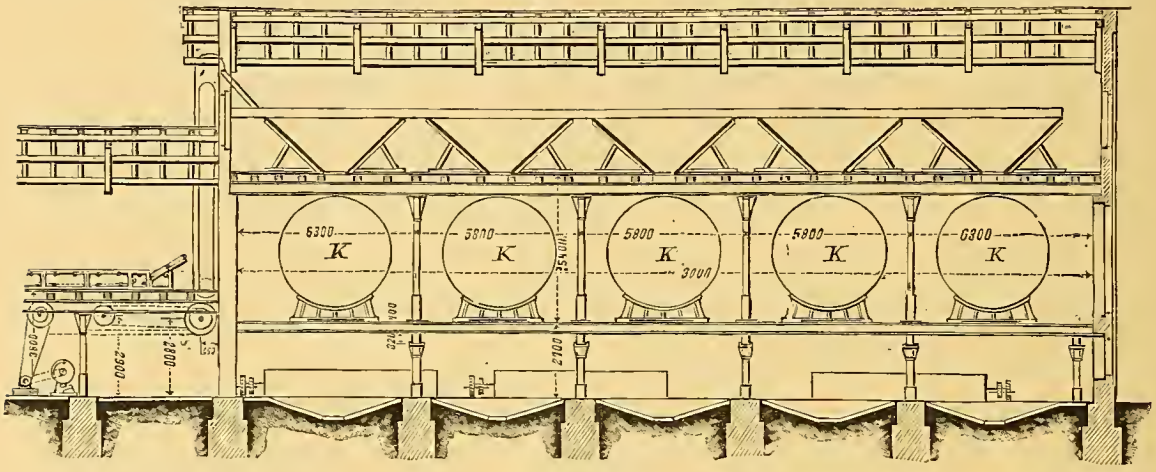



Fig. 1642.

durch Verbesserung der Aufbereitung nach und nach diese Sortirung von Hand wesentlich einzuschränken. Die sortirten Holzstückchen werden im obern Stockwerk durch hölzerne Trichter in daranhängende Säcke gefüllt. Sobald ein Sack voll ist, wird er abgeschnallt und unmittelbar über den zu füllenden Kocher gestellt. Die Anwendung von Säcken ermöglicht genaue Feststellung der in den Kocher gegebenen Holzmenge und erleichtert das Füllen. Dieselben werden mit dem Oeffnungsende nach unten durch die Mannlöcher in die Kocher gehalten, innen geöffnet und entleeren sich rasch, ohne dass etwas vorbei geht. Man sieht desshalb im Kocherraum weder Späne noch sonstige Holztheilchen.

Die Kocher liegen auf so hohem Gestell, dass der darunter befindliche Raum zur Aufnahme des Inhalts völlig ausreicht und rasche Leerung ermöglicht. Figg. 1642 und 1643 geben ein Bild der Lagerung der 5 Kocher *K* in 1 : 100 der wahren Grösse. Die eingeschriebenen Maasse sind Millimeter. Die Kocher sind nicht verbleit, sondern nur mit Cement und säurefesten Steinen ausgemauert, werden jedoch so sorgfältig behandelt und nachgesehen, dass in etwa 3jährigem Betrieb keinerlei Beschädigung vorgekommen ist. Das jetzt vielfach eingeführte Seite 1557 beschriebene Ausfugen der Ausmauerung mit Bleiglätte-Glycerin ist verlassen worden, weil sich zeigte, dass die Säure manchmal eine kleine Oeffnung findet, sich unter dem Bleiglättekitt durchfrisst und darunter den Cement angreift, also unbeobachtet auch an das Eisenblech gelangen könnte. Der Bleiglättekitt verdeckt dann die Schädigung, sodass sie dem untersuchenden Arbeiter entgeht und der Kitt mehr schadet als nützt. Die Fabrik sucht daher bis jetzt mit Erfolg ihr Heil lediglich in sorgfältigster Ueberwachung der Ausmauerung. Der Cement widersteht am besten, wenn er mit $^1/_3$ feinem, scharfem Sand angesetzt ist, er hält dann manchmal besser aus als die sogenannten säurefesten Steine. Die dem Kocherblech zunächst liegende Schicht ist mit solchem Mörtel vermauert, für die inneren Lagen und zum Ausfugen ist jedoch reiner Cement benutzt. Schreiber Dieses kann bezeugen, dass er in dem Kocherraum auch nicht die leiseste Spur von Schwefligsäure-Gas bemerkte.

Die Heizung der Kocher erfolgt auf indirektem Wege mittels der von Mitscherlich eingeführten Heizschlangen aus Hartbleirohren von 35 mm Durchmesser und $7^1/_2$ mm Wandstärke, von denen je 700 m Länge in einem Kocher liegen. Direkter Dampf wird garnicht benutzt, damit jede mögliche Schwächung der Faser ausgeschlossen bleibt. Die Deckel der untern Mannlöcher sind mit Hartbleisieben versehen, welche das Mitreissen von Stoff beim Ablassen der Lauge verhindern. Die Ablauge wird gekühlt, mit in eisernen Rührgefässen aufgelöster verdünnter Kalkmilch neutralisirt und in Behälter geleitet, wo sie sich klärt und erst nach grosser Verdünnung in die Oder fliesst. Die Abgase aus den Kochern gelangen zunächst in einen grossen Gaskühler, aus welchem sie zum Theil in einen besonderen Absorptionsthurm, zum Theil direkt in die Laugenbehälter geleitet werden. Vor dem Kochen wird das Holz etwas gedämpft, und nach dem Ablassen der Lauge wird der Kocher-Inhalt wiederholt gründlich gewaschen und dann erst herausgenommen.

Die schweflige Säure wird durch Verbrennung von Schwefel in vier Oefen erzeugt, von denen jeder mit einer Schmelzpfanne versehen ist, aus welcher der geschmolzene Schwefel dauernd einfliesst. Die Oefen werden an der obern Seite mit Wasser gekühlt und münden in

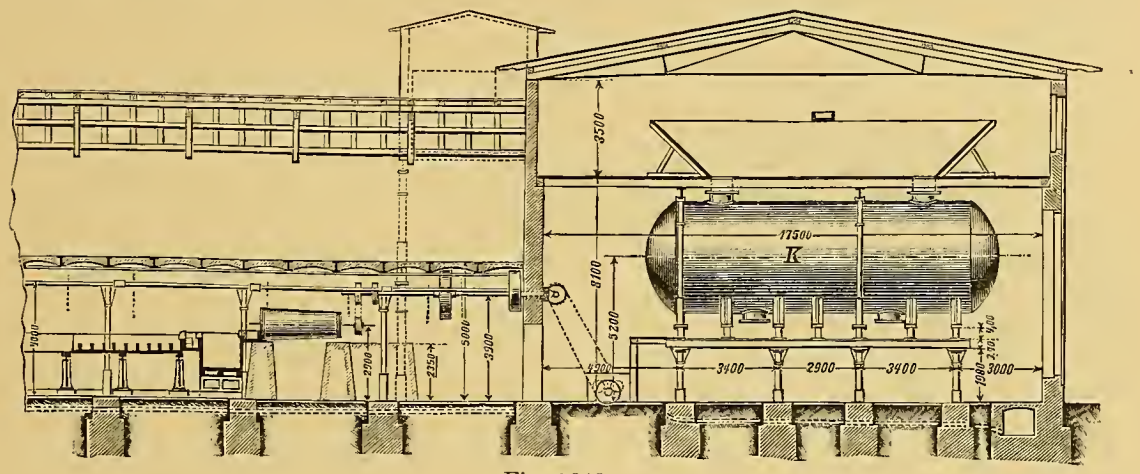



Fig. 1643.

ein gemeinsames gusseisernes Rohr, weil an dieser Stelle wegen der hohen Temperatur der Gase Blei nicht aushalten würde. Aus diesem Rohr gelangen die Gase in eine grosse Blei-Kühlkammer, die auf fünf Seiten mit Wasser gekühlt wird, und strömen dann in ein Vertheilungsrohr, welches vier Thürme speist. Jeder dieser mit Kalkstein gefüllten Thürme hat 1,6 m Durchmesser und 36 m Höhe. Der Zug wird in denselben nicht in üblicher Weise dadurch hervorgebracht, dass die Schwefligsäure-Gase in einem hohen Rohr aufsteigen und in einem andern Schenkel niedersinken, sondern lediglich dadurch, dass die obern Enden der vier Thürme durch ein gemeinsames Thonrohr mit dem hohen Fabrikschornstein in Verbindung gebracht sind. Dieses gemeinsame Rohr geht zuerst senkrecht am Thurm herunter und endet in vier Auslass-Oeffnungen, von denen nach Bedarf mehrere mit Holzpfropfen geschlossen werden können, wenn der Zug vermindert werden soll. Dieser Auslass befindet sich in einem Thonrohr, welches unter der Erde bis zum Schornstein geht. In einem Anbau steht eine kleine Dynamomaschine, welche die zu den Thürmen gehörigen Wasser- und Laugenpumpen treibt.

Die Thürme bestehen aus cylindrischen mit eisernen Reifen zusammengehaltenen Holzfässern, die so aufeinander sitzen, dass nur die Hälfte der Wanddicke in das untere Fass hineinragt. Auf dem einzigen untern Rost liegt eine Kalksteinsäule von 28 m Höhe ohne jeden Zwischenrost, was in beinahe 3jährigem Betrieb keinerlei Schwierigkeiten verursacht hat. Alle 5 bis 6 Tage zieht man jedoch unten Kalkstein heraus, um zu sehen, ob die Füllung ordentlich nachrutscht. Die zur Herstellung der Lauge erforderliche Menge Schwefel beziffert sich auf 10 bis 11 kg Schwefel für 100 kg Zellstoff. Es ist in Aussicht genommen, die Schwefelöfen ganz oder theilweise durch Schwefelkiesöfen zu ersetzen, wenn die Rohstoffpreise dies vortheilhaft erscheinen lassen.

Bei der erwähnten Menge Schwefel ist die 100prozentige flüssige Schwefligsäure mitgerechnet, welche aus oberschlesischen Zinkhütten bezogen wird. Dieselbe kommt in eisernen, auf Wagen befestigten Kesseln an, wird in schmiedeiserne Vorrathskessel abgelassen und aus

diesen durch ein 12 bis 15 mm weites Bleirohr in die Thürme geleitet. Dieses Bleirohr liegt in einem 150 mm weiten eisernen Rohr, in welches Abdampf geleitet wird, weil das Bleirohr sonst einfrieren würde. Die flüssige Säure wird nur bezogen, wenn sie billig genug ist und mehr im Sommer, wo die Laugenbereitung durch Wärme erschwert ist, als im Winter. Die fertige Lauge enthält etwa 1 pCt. gebundene und 2 pCt. freie Schwefligsäure und 0,8 bis 1,1 pCt. Kalk, d. h. soviel als zur Bindung von etwa 1 pCt. Säure nöthig ist.

Nachdem der gekochte Stoff durch die beiden untern Mannlöcher in den hohen Raum unter den Kochern entleert ist, wird er in 2 abgeänderte Wagner'sche Separatoren, Figg. 1595/96 Seite 1584, geschaufelt. Der so zerfaserte Stoff wird beim Austritt aus denselben mit sehr viel Wasser vermengt, von 2 Plungerpumpen hochgefördert und läuft, nachdem er durch 2 Absetzkasten gegangen ist, über 2 grosse Sandfänge. Diese sind mit je 2 Kröpfen von der Fig. 1597 Seite 1584 skizzirten Art zum Absetzen der mitgerissenen schweren Theile und mit schräg gestellten Latten zum Auffangen von Harz von der in Fig. 1617 Seite 1596 skizzirten Art ausgestattet.

Am Ende der Sandfänge wird der Stoff mit Waschtrommeln zum Theil entwässert, dann wieder mit reinem Wasser verdünnt, auf acht Knotenfänge von 0,4 mm Schlitzweite gebracht, wieder mit Waschtrommeln entwässert und mittels einer Bronze-Centrifugal-Pumpe in zwei gemauerte Vorraths-Bütten der Entwässerungs-Maschine befördert. Diese nimmt die Hälfte einer 50 m langen, 15 m breiten und $4^1/_2$ m hohen lichten Halle ein, ist mit Sieb von 14,4 m Länge, 2100 mm Arbeitsbreite und 3 Pressen, von denen die erste mit Oberfilz, versehen und hat eine eigene Antriebs-Dampfmaschine. Der Trockner besteht aus zwei Gruppen von 7 und 10 Cylindern von 1250 mm Durchmesser und arbeitet ohne Filz. Ein Kögel'scher Längs- und Querschneider vervollständigt die Ausrüstung der Maschine.

In der andern Hälfte der Halle steht eine Papiermaschine, auf welcher die geringsten Sorten Zellstoff, welche keine Trocknung und keine Fracht ertragen, in Packpapier verwandelt werden.

Ueber den Trocknern sind altmodische hölzerne, über das Dach hinausgehende Schlote angebracht, die den Raum bei grösstem Frostwetter dunstfrei erhalten. Die von den Waschtrommeln und den Maschinen ablaufenden Wasser werden auf Stofffänge gepumpt, in denen sie ihre Fasern zurücklassen. Zur Verarbeitung dieser Fangstoffe dient eine besondere Cylinder-Pappenmaschine.

Vier Kessel von je 205 qm Heizfläche und für 8 Atmosphären Betriebsspannung geprüft liefern zur Zeit den erforderlichen Dampf, werden aber demnächst durch einen fünften Kessel vermehrt, für den Platz vorgesehen ist. Der Dampf geht in einen gemeinsamen Sammler, aus welchem alle Rohrleitungen abzweigen. Ein Vorwärmer, ein Injektor und eine Worthington-Dampf-Pumpe dienen zur Speisung. Ein Kessel ist mit Vorfeuerung zum Verbrennen der Schälspäne versehen, die ihm aus der Holzsortirung von einem Ventilator durch eine etwa 50 m lange Thonrohrleitung zugeblasen werden. Der Schornstein ist 56 m hoch, rund und oben 1500 mm weit.

Die Kraft-Anlage ist so angeordnet, dass die verschiedenen Abtheilungen möglichst unabhängig voneinander sind, sodass Störung der einen auf die andern keinen Einfluss übt. Zwei grosse Verbund-Dampfmaschinen mit Kondensation liefern die Kraft für Holz- und Stoffaufbereitung, die eine hat 400 und 600 mm Cylinderdurchmesser, 800 mm Hub bei 80 Umdrehungen in der Minute, die andere Cylinder von 450 und 700, Hubhöhe von 800 mm bei 85 Umdrehungen. Die beiden Maschinen können zusammen oder jede für sich das ganze Werk treiben und sind in einem salonartigen mit Fliessen und getäfelter Decke versehenen Raum untergebracht. Das Ein- und Ausrücken kann ohne Stillstand erfolgen, und die Holzbearbeitung, welche nur am Tage und nur an Wochentagen arbeitet, wird ohne Störung des übrigen Betriebs rasch stillgestellt und in Gang gesetzt. Ausserdem besitzt die Fabrik eine elektrische Kraftübertragung, Drehstromsystem, für etwa 100 PS. Für die chemische Station, die Dynamo-Maschine und Reparatur-Werkstatt sind besondere Dampfmaschinen vorhanden doch hängt die Dynamo-Maschine, welche Fabrik und Hof beleuchtet, gewöhnlich an einem der beiden grossen Motoren.

Die einzelnen im Ziegelrohbau geschmackvoll aufgeführten Gebäude sind durch Feuermauern von einander getrennt und mit Fussböden aus besten Mosaikplatten versehen.

Die Fabrik erzeugt 18 bis 20000 kg Zellstoff in 24 Stunden und braucht dazu einschliesslich der Papierfabrik über 4 cbm Wasser in der Minute, das zum Theil aus Brunnen, zum Theil aus der Oder entnommen wird, weil sich erstere als unzulänglich erwiesen. Die Kühlwasser werden unfiltrirt verwendet, die andern in Zellstofffiltern gereinigt. Die Anlage beschäftigt über 400 Arbeiter und Beamte und zwar, wie in Oberschlesien üblich, grossentheils Frauen, welche auch schwere Arbeiten, wie Holzbearbeitung und dgl., leisten.

Verf. besuchte 1894 die Zellstoff- und Papierfabrik von De Naeyer & Co. in Willebroeck, Belgien, und gab in Nr. 44 der Papier-Zeitung gleichen Jahres folgende Beschreibung der dortigen Sulfitanlage.

In den letzten Jahren ist eine besondere Sulfitstoff-Anlage errichtet worden, an der noch weiter gebaut wird, und die Ende 1894 mit 24 grossen Kochern etwa 40 Tonnen Zellstoff in 24 Stunden liefern wird. Alle Holzabfälle, sogar Schälspäne, die sich hierbei ergeben, werden mittels Natron in Zellstoff verwandelt.

Das aus nordeuropäischen Ländern und aus Kanada kommende Fichtenholz wird mit Schälmaschinen entrindet, mit Bohrmaschinen möglichst von Aesten befreit, kleingehackt, in grossen Kaffeemühlen zerbröckelt, mit Siebtrommeln gereinigt und sortirt. Dabei geht es auf mechanischem Wege von einer Maschine zur andern und schliesslich in grosse Behälter über den Kochern.

Die Schwefligsäure wird aus spanischen oder andern Schwefelkiesen erzeugt und in mit Kalkstein gefüllten Thürmen in Lösung von doppeltschwefligsaurem Kalk verwandelt, die sich in grossen Behältern sammelt und von hier mit Flügelpumpen in die Kocher gepumpt wird, nachdem man dieselben mit Holz gefüllt hat. Die Thürme sind sämmtlich aus Stein und Cement hergestellt und zwar in Gruppen von drei oder zwei. Das Mauerwerk muss jedoch sehr häufig ausgebessert werden. Das Schwefligsäure-Gas geht vom ersten in den zweiten oder auch dritten zum Theil mit Holzklötzen gefüllten Thurm und soll dabei völlig aufgenommen werden. Der obere Theil des letzten Thurms jeder Gruppe steht mit einem gemauerten Schornstein von 62,5 m Höhe und 2 m oberem Durchmesser in Verbindung, welcher die Säure durch alle Thürme saugt und etwaige nicht aufgenommene so hoch in die Luft bringt, dass sie sich sehr vertheilt, ehe sie niedersinkt, und dann nicht mehr merkbar ist. Die aus den Kochern abgeblasene Schwefligsäure geht in besondere mit Wasser gefüllte Behälter und dient dann zum Ansäuren der Thurmlaugen.

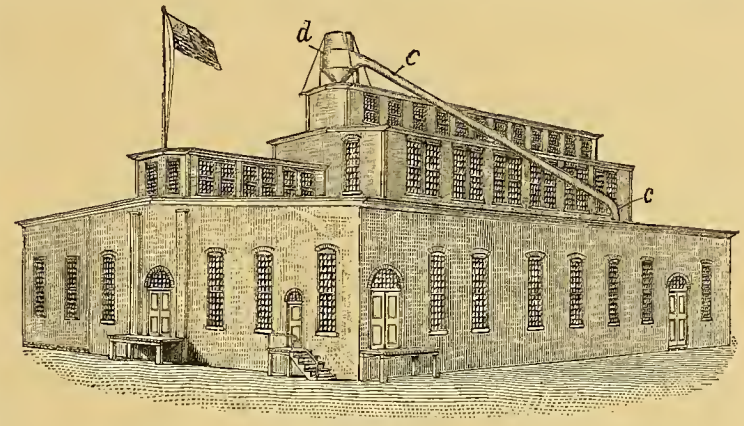


Fig. 1644.

Die 24 Sulfitkocher sind senkrecht stehende Cylinder von 4 m Durchmesser nach Art der Ritter-Kellner'schen und innen ausgemauert. 21 meist selbstgebaute Dreh-Knotenfänge sowie Absetzkanäle von mehreren Hundert Meter Länge dienen zum Reinigen des Zellstoffs. Der zum Bleichen der Zellstoffe dienende Chlorkalk wird mit Salzsäure hergestellt, die in Bottichwagen auf Geleisen neben die mit Braunstein gefüllten Chlorgas-Retorten gefahren und unmittelbar in diese abgelassen wird. Das entwickelte Chlorgas geht in Kalkmilch, und die so entstehende Chlorkalklösung fliesst zu den Bleichholländern.

**555. Amerikanische Sulfitstoff-Anlage.** In Fig. 1645 auf folgender Seite ist ein Grundriss der von The Pusey & Jones Co. in Wilmington, Del., für The Denver Sulphite Fibre Co. in Denver im Staat Colorado eingerichteten Fabrik in 1 : 250 der wahren Grösse gegeben. Fig. 1644 ist eine perspektivische Aussen-Ansicht des Gebäudes.

Das auf der Hackmaschine *a* zerkleinerte Holz wird von dem nebenanstehenden Ventilator oder Bläser *blower*, welcher die Stücke öffnet, und durch ein über die Dächer weggehendes in Fig. 1644 gezeichnetes Rohr *c* in einen auf dem höchsten Punkt des Gebäudes stehenden Holzstäuber *dust separator* (Fig. 1553 Seite 1564) befördert. Aus diesem fallen die Holzstücke in eine nicht gezeichnete Siebtrommel von der Seite 1447 Figg. 1400—1402 beschriebenen Art. In dem ersten mit feinerem Metallgewebe bekleideten Theil dieser Trommel werden Sägespäne und kleine Verunreinigungen abgeschieden, indem dieselben durch die Maschen des Siebes fallen. Im zweiten mit gröberem Sieb bekleideten Theil der Trommel fallen die guten Holzstücke, da sie die richtige Grösse haben, durch die Maschen, während grobe Späne und Aeste durch das offene Ende der Trommel nach aussen gelangen.

Die durch das Sieb gedrungenen zertrümmerten Holzscheiben fallen durch eine

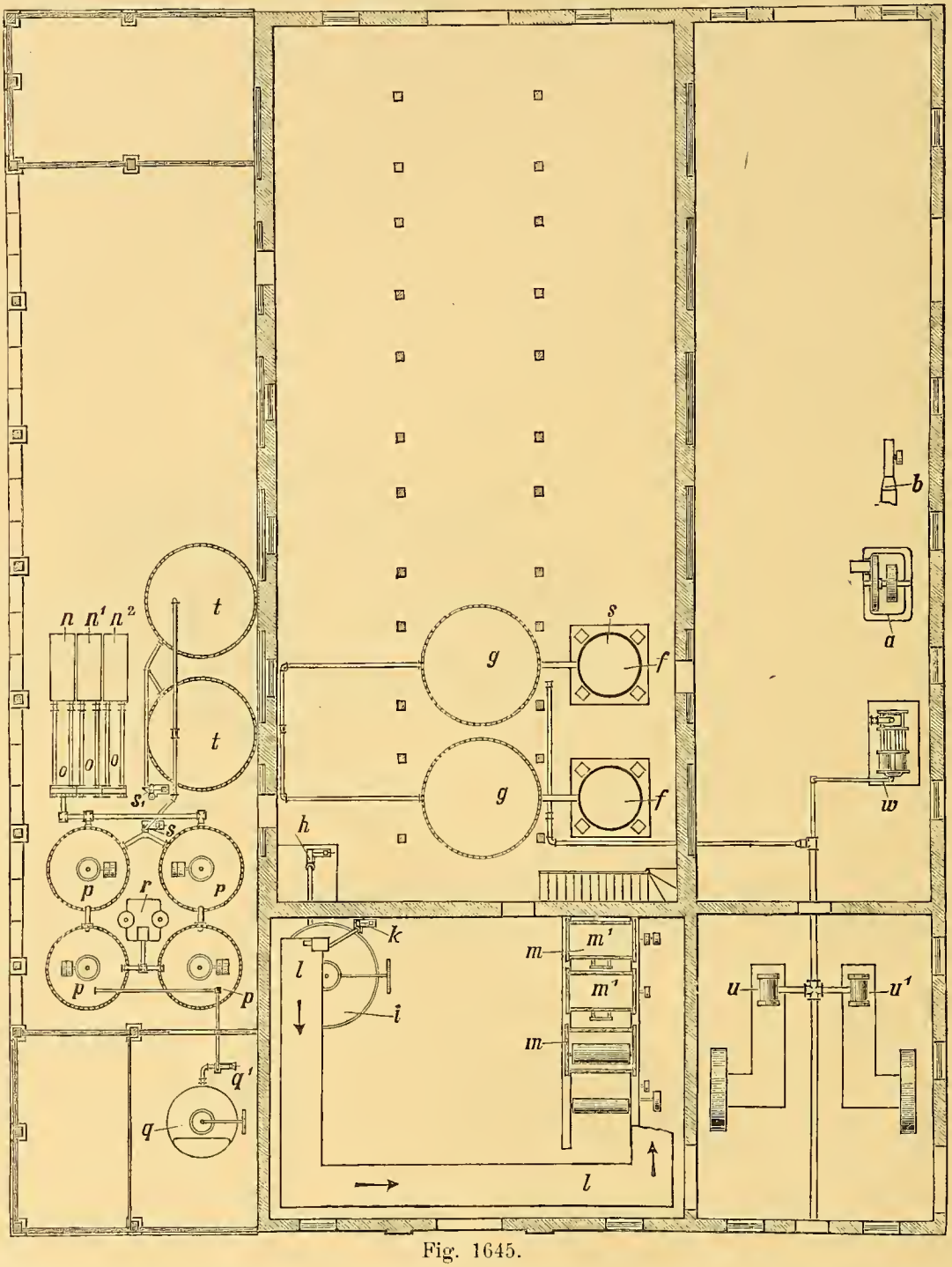



Fig. 1645.

Gleitrinne in einen beinahe unmittelbar über den Kochern *f* stehenden Behälter, welcher rasches Füllen ermöglicht.

Der Inhalt der Kocher *digester f* wird nach erfolgter Aufschliessung des Holzes unter Druck in die zugehörigen Aufnahme-Bottiche *blow pits g* geblasen, dort einigemal gewaschen und durch eine Stoffpumpe *h* in die Rührbütte *i* befördert. Aus dieser hebt ihn Pumpe *k* auf den langen Sandfang *l*, über welchen er langsam auf die beiden Knotenfänge $m^1$ der Cylinder-Pappenmaschine *m* gelangt, die ihn in versandtfähige Form bringt.

Die Lauge wird, wie Fig. 1645 zeigt, in getrenntem Raum hergestellt. Die in den Schwefelöfen *sulphur oven n*, $n^1$, $n^2$ durch Verbrennen von Schwefel erzeugte Schwefligsäure wird von der Luftpumpe *r* durch Kühlrohre *o* und je 2 Bottiche *acid making tanks p* gesaugt, die mit Rührern versehen sind und durch Pumpe $q^1$ aus dem Bottich *q* mit Kalkmilch gefüllt werden. Hier bildet sich zuerst einfach schwefligsaurer Kalk oder Monosulfit, welcher sich in Lösung von Schwefligsäure zu klarer Flüssigkeit löst und von der Säurepumpe *s* in die Vorrathsbottiche *storage tanks t* befördert wird. Mit einer zweiten Säurepumpe $s^1$ werden von hier aus die Kocher *f* gespeist. Diese sowie die Pumpen für Kalkmilch und Stoff sind Flügel- oder Centrifugalpumpen.

Eine Corliss-Dampfmaschine von 75 PS. *u* treibt die Knotenfänge, Pappenmaschine, Pumpen und Rührer, während die andere ebensolche $u^1$ nur der Holzvorbereitung, der Hackmaschine, dem Sortirer und Ventilator dient. Die Duplex Worthington Pumpe *w* versorgt die ganze Anlage mit Wasser.

Die mit nur 2 Kochern von der Seite 1561 beschriebenen Art versehene Anlage soll vorerst in 24 Stunden 8 Tonnen Sulfitstoff liefern, ist aber zur Aufstellung von 6 Kochern und Erzeugung von 24 Tonnen zu 2000 Pfd. engl. = 1016 kg bestimmt.

**556. Füllung der Kocher.** Um mit dem Füllen der Kocher keine Zeit zu verlieren, muss man soviel sortirtes und zerkleinertes Holz über jedem Kocher in Säcken oder Behältern vorräthig halten, als derselbe aufzunehmen vermag. Die Beförderung des an anderer Stelle und meist in unteren Stockwerken vorbereiteten Holzes in den Raum über den Kochern erfolgt stets auf mechanischem Wege und nach amerikanischem Vorbild in schwierigen Lagen mittels Bläser oder Ventilator. Das Bild der Sulfitstoff-Anlage zu Denver Seite 1613 Fig. 1644 zeigt die Anwendung eines Ventilators in einem Fall, wo Beförderung auf anderem Wege eine sehr verwickelte Einrichtung erfordert hätte. Die Wahl der Förder-Einrichtung hängt zu sehr von den zu überwindenden Entfernungen, Höhen und Hindernissen ab, als dass dafür Vorschriften gegeben werden könnten. Wo Fördertücher oder -Ketten anwendbar sind, dürften sie vorzuziehen sein, weil sie geringeren Kraftaufwand verursachen.

Da die Kocher ihre richtige Füllung von Lauge erhalten müssen, gleichviel ob mehr oder weniger Holz hineingepackt ist, so hängt der Erfolg der Fabrik in erheblichem Maasse davon ab, wie viel Rohstoff in die Kocher gefüllt wird. Erfahrung hat gezeigt, dass man um so mehr Holz einbringen kann, je gleichmässiger die Stückchen sind, weil sie sich dann dicht ineinander fügen, während Stückchen von sehr verschiedener Grösse viele und grosse Räume zwischen sich lassen. So zeigte sich in einer Fabrik nach Einführung eines Zerkleinerungs- und Sortirverfahrens nach Art des auf Seiten 1444 bis 48 beschriebenen, dass die Kocher beinahe ein Drittel mehr Holz fassten und dabei besseren Zell-

stoff ergaben als vorher. Dieser auffallende Erfolg wird zum Theil auch der guten Sortirung und der vollkommenen Ausscheidung der Aeste zugeschrieben, welche man mit Sortircylindern erhält, die mit Kletzlschen Sieben von der Seite 1448 beschriebenen Art versehen sind. Diese aus senkrecht zur Achse liegenden Parallel-Stäben bestehenden Siebe erwiesen sich als eine so wesentliche Verbesserung, wie die einfache Einrichtung sie nicht vermuthen liess.

Nach den Vorschriften Mitscherlichs und Anderer und wie in den vorhergehenden Abschnitten dargelegt, sollen die Kocher nicht bis obenhin gefüllt werden, sondern im höchsten Theil einen leeren Raum zur Aufnahme der frei werdenden Schwefligsäure lassen. 1894 bis 95 haben jedoch einige Fabrikanten durch Erfahrung gefunden, dass ein solcher leerer Raum nicht erforderlich ist, dass man den ganzen Kocher mit Holz und Lauge füllen kann, ohne die Aufschliessung zu behindern oder zu erschweren, dass man also den ganzen Kocherraum ausnützen darf. Da die beim Kochen frei werdende Schwefligsäure dann wenig oder keinen Raum zur Ansammlung findet, so muss allerdings durch häufigeres Oeffnen des Ablassventils für deren Entfernung gesorgt werden.

Nach reicher Erfahrung und wie in den vorhergehenden Abschnitten ausgeführt, soll die in den Kocher gegebene Sulfitlauge nach roher Handwerksregel

ein pCt. an Kalk gebundene Schwefligsäure
zwei „ freie Schwefligsäure

und nur soviel Kalk enthalten, als zur Bindung von 1 pCt. Schwefligsäure nöthig ist, d. h. 0,8 oder roh 1 pCt., d. h. 1 kg Kalk in 100 l Lauge.

Diese Lauge kann, wie Seiten 1576/78 ausgeführt, durch abgeblasene Gase und Dämpfe bedeutend vorgewärmt sein, und man sollte die Leitung, welche dieselbe in die Kocher bringt, so anordnen, dass sich die Füllung in möglichst kurzer Zeit vollzieht.

**557. Sulfitstoff-Ergebniss aus Holz und anderen Pflanzen.** Waldemar Thilmany, der 1886 das Mitscherlich-Verfahren in den Vereinigten Staaten von Amerika einführte, liess einen Kocher abwechselnd mit folgenden Holzarten füllen und alle Sorten in einzelnen Haufen für sich halten:

Buche (Fagus silvatica L.), Birke (Betula alba), Ahorn (Acer Pseudoplatanus und Acer platanoides L.), Amerikanische Lärche (Pinus Larix L.) auf amerikanisch »Tamrack«, Aspe (Populus tremula L.), Schwarzpappel (Populus nigra L.), Fichte oder Rothtanne (Pinus Piccea) die amerikanische spruce, Weiss- oder Edeltanne (Pinus Abies), Kiefer (Pinus silvestris).

Die Hölzer hatten einen Durchmesser von 5 bis 8 Zoll engl. (125—200 mm) und waren alle frisch geschlagen. Sie wurden in runde Scheiben von $1^1/_4$ Zoll (32 mm) Dicke geschnitten und nach Mitscherlichscher Vorschrift mit einer Lauge von $5^1/_2{}^0$ Beaumé gekocht. Alle Hölzer, mit Ausnahme der Kiefer, die im Herzen hart blieb, waren gut gekocht und vollkommen weich. Buche, Birke und Ahorn lieferten schneeweissen Sulfitstoff, dessen Faser aber bedeutend kürzer und infolgedessen im Papier nicht so stark war als bei Fichte oder Weisstanne.

Einige Kocher voll Lärchenholz (Tamrack) wurden zu Stoff verarbeitet, dessen Faser gut und stark war, die Farbe wechselte jedoch von Dunkelbraun bis Citronengelb, wie marmorirt. Die von Thilmany bis 1890 nach Mitscherlich

erbauten sieben Fabriken, die täglich etwa 70 Tonnen Stoff lieferten, verarbeiteten damals ausschliesslich spruce und balsam, d. i. Fichte und Weiss- oder Edeltanne.

Von anderer Seite wurden in Nr. 72 der Papier-Zeitung von 1890 die Ergebnisse mitgetheilt, welche Kochen von Nadel- und Laubhölzern, Flachs, Rohr, Zuckerrohr, spanischem Rohr mit Calcium-, Magnesium-, Baryum-, Kalium- und Natrium-Sulfitlauge, sowie wässriger schwefliger Säure in nach dem Füllen zugeschmolzenen Glasröhren ergab:

Zwei auf 150° erhitzte Fichtenstoffproben waren »überkocht«, was sowohl bei zu langer Kochung als auch bei zu hoher Erhitzung eintreten kann. Daher kommt auch die Zersetzung der Lauge in der Weise, dass sich sogenannte »Vergipsung«, d. h. Ausscheidung von Calcium-Monosulfit, zeigte.

Die bei den Versuchen verwendeten Baryumsulfitlaugen entstanden durch Auflösen von Baryumoxyd in wässeriger schwefliger Säure und waren sehr schwach, da sich nur wenig von der genannten Base in schwefliger Säure löste.

Bei Erhitzungen unter 100° blieben alle Holzproben hart und zäh, und die anderen Faserpflanzen, wie Flachs, Stroh usw., wurden nur halbweich.

Bei den Kochungen über 100° wurden die mit reiner wässriger schwefliger Säure behandelten Hölzer braun, und alle Proben, ausser Fichte, Pappel und Zuckerrohr, blieben hart oder wurden brüchig. Im Gegensatz hierzu waren die mit irgend einer Metallsulfitlauge behandelten Holzproben meistens weiss.

Mit Calciumsulfitlaugen wurden fast sämmtliche Hölzer weich, weiss und gar. Am schönsten weiss wurde ausser Fichtenholz die Pappel, während Lärchenholz (vermuthlich bereits zu stark verharzt) zäh blieb. Pinienholz blieb ebenfalls hart und gab eine sehr gewürzhaft harzig duftende und klebrige Lauge, weil wahrscheinlich der auch beim Kiefernholz unaufschliessbare Kern verwendet worden war. Eichenholz wurde überhaupt nicht weichgekocht.

Mit Magnesium-, Kalium- und Natriumsulfitlaugen wurde das Holz fast stets weich oder ziemlich weich, während die verwendeten dünnen Baryumsulfitlaugen nur zähes und hartes Holz zurückliessen. Aber auch mit letzteren zeigte sich Pappelholz als dasjenige, welches sich am leichtesten weich kochen liess.

Diese Laboratoriums-Ergebnisse stimmen mit denen der Praxis überein, wonach Fichte und Tanne den kräftigsten und besten Sulfitstoff liefern. Die Kiefer ist durch ihre dunklere Farbe, starken Harzgehalt, besonders aber durch ihren harten, dunkel gefärbten innern Kern, der sich nur schwer weichkochen lässt, weniger vortheilhaft. Aus Laubhölzern erhält man schwächern kurzfasrigen Stoff.

Stroh, Espartogras und ähnliche rohrförmige Pflanzen setzen durch ihren Gehalt an Kieselsäure der Aufschliessung mittels schwefligsaurer Lauge erheblichen Widerstand entgegen. Die kieselsauren Verbindungen lösen sich in solcher Lauge nicht und bedürfen einer Nachkochung mit einer, wenn auch schwachen Lösung von Natron oder anderem Alkali. An dieser Schwierigkeit liegt es wahrscheinlich, dass bis jetzt (1896) ausschliesslich Holz mit Sulfitlauge verarbeitet wird.

Dr. August Harpf gab in Nr. 14 der Papier-Zeitung von 1892 eine Aufstellung des Verbrauchs und der Erzeugung während 5 Monaten einer nach Mitscherlich arbeitenden Sulfitstoff-Fabrik. Hiernach wurden dort auf 100 kg trockenen Zellstoff verbraucht:

249 kg Kohle für Kraft und Wärme, 132 kg Kalkstein im Thurm.

Aus einem rm Fichtenholz wurden durchschnittlich 135 kg trockener Zellstoff gewonnen.

Das Verhältniss zwischen 1 rm und 1 fm schwankt, je nach der Grösse der eingeschichteten Holzstücke, zwischen sehr weit liegenden Grenzen, denn die Holzmasse beträgt bei einem in gewöhnlicher Weise geschichteten rm: bei grossen Scheiten 80, bei Brennscheitholz 65 bis 75, bei Prügelholz 57 bis 72, bei Reisig-

holz 15 bis 60, bei Stockholz 42 bis 48 und bei Rinde bloss 15 bis 51 pCt. des Raumes. Im praktischen Leben und für die Sorten und Grössen, welche hauptsächlich zu Sulfitstoff verarbeitet werden, kann man, wie Seite 1244 gesagt, 1 rm höchstens = 0,70 fm annehmen.

Das durchschnittliche Gewicht von 1 fm zu Sulfitstoff geeigneten Fichtenholzes kann man nach Seite 1243 und anderen Quellen zu 470 kg annehmen, wonach 1 rm 330 kg wiegt. Aus einem rm erhalten aber manche Fabrikanten erheblich mehr Zellstoff als obiger Berechnung des Dr. Harpf entspricht, was vielleicht ihren verbesserten Einrichtungen und besonders der Gewinnung der in den Ablaugen enthaltenen Fasern zuzuschreiben ist.

Herr Ernst Kirchner in Chemnitz erhielt in einem grösseren von ihm geleiteten Betrieb und grösserem Zeitraum aus 1 rm Roh-Rundholz von 10 bis 20 cm Durchmesser

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 111 | kg | Ia | | Sulfitstoff |
| 29,34 | „ | IIa | A | „ |
| 6,85 | „ | IIa | B | „ |
| 15,81 | „ | IIIa | | „ |
| 163,00 | kg | | | „ |

Dieses Ergebniss stimmt mit den von den besseren Fabriken gemachten Mittheilungen überein, wonach dieselben aus 1 rm, d. i. 330 kg, etwa 160 bis 170 kg Zellstoff, also 50 pCt. erzielen. Die niedrigsten Angaben lauten auf 200 kg aus dem fm und 135 bis 140 kg aus dem rm, sind also immer noch bedeutend höher als die Ausbeute beim Natron- und Sulfatverfahren, welches nach Seite 1416 höchstens 120 kg liefert. Der Unterschied kann nur daher rühren, dass beim Kochen mit Natron ein Theil des Zellstoffs aufgelöst wird und verloren geht, und dass beim Kochen mit Schwefligsäure-Lauge Theile des Holzes im Stoff bleiben, die dem Zellstoff sehr nahe stehen.

Die Erzeugung von Zellstoff aus Holz durch Kochen mit Natron oder Sulfat steht hierin gegen das Sulfit-Verfahren erheblich zurück, bietet aber den Vortheil, dass man auch Kiefern und solche Theile von Fichte, Tanne usw. verarbeiten kann, die sich zu Sulfitstoff nicht eignen.

**558. Gewinnung verwerthbarer Stoffe aus Sulfitlauge.** Da die Kocherlauge nach den Tabellen Seite 1541 etwa 8 pCt., nach anderen Ermittelungen etwa 7 pCt. organischer aus Holz stammender Stoffe enthält, so bemühen sich seit Jahren viele Fachmänner, aus denselben einen Gebrauchs-Gegenstand herzustellen und damit gleichzeitig die Ablaugen von den Bestandtheilen zu befreien, welche am meisten Anlass zu Klagen geben. Wie gross die Menge dieser aus den Inkrusten stammenden Stoffe ist, zeigt sich, wenn man erwägt, dass nach der Seite 1542 angestellten Berechnung zur Erzeugung von 10 000 kg Sulfit-Zellstoff etwa 80 cbm = 80 000 kg Kocherlauge nöthig sind, und dass diese etwa 7 pCt. = 5600 kg organische Stoffe enthalten.

Wenn es gelänge, diese Stoffe durch billige Fällungsmittel aus der Lauge niederzuschlagen, so wäre damit ein erster Schritt zu ihrer Verwerthung gemacht. Nach den in Nr. 19. der Papier-Zeitung von 1895 wiedergegebenen Untersuchungen von Felix B. Ahrens kann man Sulfitablauge durch Kochen mit frisch gelöschtem Kalk von etwa einem Drittel seiner organischen Stoffe befreien. Durch allmäligen

Zusatz von 2, 3 bis 30 pCt. Kalk und Ausfällen des überschüssigen Kalks mit Kohlendioxyd wurde

der Trockengehalt von 8,75 bis auf 4,99 pCt.
der Gehalt an organischen Stoffen „ 6,95 „ „ 3,98 „

vermindert, nahm aber bei Zusatz von mehr Kalk oder längerem Kochen wieder zu.

Beim Zusatz von 8 pCt. frisch gelöschtem Kalk zu kalter Kocher-Ablauge und Ausfällen des Kalküberschusses mit Kohlendioxyd verminderte sich der Gehalt an organischen Stoffen von 8,29 auf 3,86 pCt. und bei Zusatz von mehr Kalk stieg der Gehalt an organischen Stoffen wieder regelmässig. Durch Zusatz von 8 pCt. Kalk wurde somit ein erheblicher Theil der organischen Stoffe ausgefällt. In der Annahme, dass diese Ausfällung durch mechanische Einwirkung des Kalks erfolgt, versuchte Ahrens auch Ausfällung mit gelatinöser Thonerde, erhielt aber damit geringere Ausfällung als mit Kalk. 10 l Ablauge wurden mit 138 g Kalk CaO gekocht, filtrirt und ergaben einen Eindampfrückstand von 835 g, der dann trocken destillirt wurde. Hierbei entwichen grosse Mengen Gas, grösstentheils Schwefelwasserstoff, und es destillirte eine wässrige durchdringend riechende Flüssigkeit über, in der sich Essigsäure, Aceton, Mercaptan und ein widerlich riechendes schwefelhaltiges Oel — die beiden letzteren wohl als Erzeugniss sekundärer Reaktion zwischen Schwefelwasserstoff usw. und Methylalkohol — und geringe Mengen stickstoffhaltiger Basen fanden. In der Retorte blieb schwarze Kohle zurück.

Ahrens versuchte auch vergeblich, die organischen Stoffe durch Osmose auf elektrolytischem Wege abzuscheiden, und beschreibt das Ergebniss in der erwähnten Arbeit.

In seinem Seiten 1423/4 abgedruckten Patent strebt Mitscherlich schon die Gewinnung von Gerbstoff an. Nach dem neueren D. R. Patent Nr. 75351 von Carl Opl in Hruschau, Oesterr.-Schlesien, soll Sulfit-Ablauge zuerst neutralisirt und dann mit Alaun, Eisensulfat usw. versetzt werden. Dabei bilden sich Lösungen gerbsaurer Metallsalze, welche zum Gerben von Häuten dienen sollen.

Prof. Dr. Mitscherlich hat auf diesem Gebiet viel gearbeitet; er besitzt die deutschen Patente Nrn. 34420, 54206, 72161, 72362, welche sich auf Verwerthung der Ablaugen zur Herstellung von Papierleim, Klebstoff und Gerbstoff beziehen, und hat noch andere angemeldet. Mitte 1893 begann er den Bau einer Fabrik bei Hof in Bayern zur Ausnutzung dieser Erfindungen, die im Frühjahr 1894 den Betrieb eröffnete. Nach seinen Mittheilungen erzeugt er dort hauptsächlich Gerbleim dadurch, dass sehr billige Sorten von thierischem Leim gelöst in grossen Bottichen mit der Ablauge in Verbindung gebracht und dadurch gefällt werden. Der so erhaltene Gerbleim wird dann mit Soda gelöst und kommt in Form einer konzentrirten, dicken, dunklen Flüssigkeit zur Versendung an Papierfabriken. Die jetzige Anlage kann täglich etwa 1500 kg solchen Gerbleims herstellen. Doch erscheint es nach Mittheilung Unbetheiligter zweifelhaft, ob diese Menge Absatz findet. Durch Zusatz von Säuren oder sauren Salzen, wie schwefelsaure Thonerde, wird beim Leimen im Holländer ein lederartiger Körper herausgefällt, welcher durch seine stark klebenden Eigenschaften das feste Zusammenkleben der Fasern im Papier bewirken soll.

Der Gerbleim soll nach Aussage mehrerer Verbraucher seine Aufgabe sehr gut erfüllen, eignet sich jedoch seiner dunklen Färbung wegen nicht für feine weisse Papiere. Dieser thierische Leim kann in Mischung mit Harzleim benutzt werden. Die Sulfitlauge, welcher bei dieser Herstellung von Gerbleim nur der Gerbstoff entzogen wird, findet in der Fabrik noch keine weitere Verwendung, soll aber später zur Erzeugung von Alkohol benutzt werden.

Welche von den patentirten Mitscherlich'schen Verfahren in der Fabrik benutzt werden, überhaupt nähere Angaben über die Fabrikation, konnte Verf. nicht ermitteln. Die Herstellung von Gerbleim in der angedeuteten Weise kann keinesfalls als erhebliche Ausnutzung von Sulfitablauge angesehen werden, da derselben dabei nur der Gerbstoff entzogen werden soll, die grosse Menge anderer Stoffe aber unverwerthet bleibt.

Durch Eindampfen der Ablauge bis zu gewissem Grade wird eine dicke klebrige Masse gewonnen, die seit 1893 auf einem Hochofenwerk in Oberungarn in Verbindung mit Holzkohlenklein zur Herstellung von Presskohlen dient. Diese haben sich, wie in Nr. 37 der Papier-Zeitung von 1896 ausgeführt, bei Rostfeuerungen und im Hochofen als guter Brennstoff erwiesen.

**559. Verunreinigung der Luft durch Sulfitstoff-Anlagen.** In der Kindheit der Sulfitstoff-Fabrikation fehlte es an dauernd dicht schliessenden Behältern, Ventilen usw., und bei Herstellung der Lauge, Entleerung der Kocher und Abblasen der Gase aus dem Kocher strömte infolgedessen viel Schwefligsäure in die Luft. Hierdurch wurde der Pflanzenwuchs in der nächsten Umgebung geschädigt, und auch die Menschen litten darunter. Durch Vervollkommnung der Einrichtungen und Verfahren, möglichste Ausnutzung der Gase, Wiederverwendung der aus dem Kocher abgeblasenen Schwefligsäure usw. ist es jedoch dahin gekommen, dass die Luft durch eine sachgemäss angelegte und geleitete Sulfitstoff-Fabrik keine Verunreinigung mehr erfährt, die Pflanzen und Menschen schädlich werden könnte. Einen Beweis hierfür liefern die Untersuchungen, welche Professor Dr. K. B. Lehmann, Vorstand des hygienischen Instituts der Universität Würzburg, 1893 im Auftrag des General-Direktors Dessauer über Luft- und Wasser-Verunreinigung durch die Sulfitstoff-Anlage der Aktien-Ges. für Weisspapier-Fabrikation in Aschaffenburg anstellte.

Nach seinem in Nrn. 64 bis 71 der Papier-Zeitung 1893 abgedruckten Gutachten konnte er 200 m östlich und westlich von der Fabrik in der Luft, von welcher er gemessene Mengen durch Jod leitete, keine Schwefligsäure nachweisen. Da aber nach Untersuchungen in englischen Fabrikstädten sowohl schweflige als auch Schwefelsäure so begierig von Schnee aufgesaugt wird, dass derselbe in der Nähe menschlicher Wohnungen jeden Tag mehr davon aufweist, so wurde auch der an den genannten Stellen liegende Schnee untersucht.

1 kg etwa 3 Tage alten Schnees enthielt

| | | |
|---|---|---|
| 200 m westlich der Fabrik | 7,6 mg $SO_3$ | hierin ist auch die bei der Untersuchung zu $SO_3$ oxydirte $SO_2$ inbegriffen. |
| 200 m östlich „ „ | 11,4 „ „ | |
| auf dem Fabrikhof | 72,8 „ „ | |

Der Schnee wurde in ganzer Dicke von der Oberfläche bis zum Boden entnommen, über einer Spirituslampe geschmolzen, das Schmelzwasser filtrirt, davon 500 ccm abgemessen, Jodlösung zur Oxydation der Schwefligsäure zugefügt,

dann längere Zeit in einer Kochflasche gekocht und die Schwefelsäure mit Chlorbaryum als $BaSO_4$ gefällt. Der Niederschlag wurde, wenn nöthig, noch durch Schmelzen mit Soda und Salpeter und erneutes Fällen des Wasserauszugs mit Chlorbaryum gereinigt.

Da der Schnee im botanischen Garten zu Würzburg weit ab von bewohnten Häusern nach 3 Tagen 6,3 und nach 7 Tagen 11 mg $SO_3$, im Hof der Frauenklinik zu Würzburg aber 31 bis 58 mg $SO_3$ und in München bei der Gasfabrik sogar 65 mg $SO_3$ aufwies, so ergab sich, dass die Luft in der Umgebung der Fabrik wenig mehr Schwefligsäure enthielt als in der unbebauten Umgebung von Städten und viel weniger als im Innern von Städten. Auch der Gehalt auf dem Fabrikhof erscheint sehr niedrig.

Getreide, Fichten- und Obstbäume sind besonders empfindlich gegen Schwefligsäure, zeigten aber in der Umgebung der Fabrik keine Schädigung. Ein Gärtner, dessen Pflanzung 300 m von der Fabrik liegt, hatte in 3 Jahren keinen Schaden an Obst, Blumen oder Frühgemüsen wahrgenommen, sogar der Pflanzenwuchs in und bei der Fabrik wurde gesund befunden.

Im Kocherraum fand Prof. Lehmann, wo keine Gasentweichungen stattfanden,

in 1 l Luft 0,019 bis 0,042 mg $SO_2$
oder 0,0065 „ 0,0147 Raumtheile in 1000.

Im oberen Theil des Raums waren einige Ventile der senkrechten Kocher etwas undicht, und die Luft enthielt dort

in 1 l 0,087 bis 0,105 mg $SO_2$
oder 0,0304 „ 0,0367 Raumtheile in 1000.

Als vormittags 11 Uhr ein Kocher entleert wurde, hatte die Luft im untern Raum

in 1 l 0,09 mg $SO_2$ oder 0,0315 Raumtheile in 1000.

Die Wirkung auf Menschen war bei:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 0,01 | Raumtheilen | $SO_2$ | in 1000 | nur geringe Belästigung, |
| 0,05 | „ | „ | „ | unangenehmer Reiz, und nach $^1/_2$ Stunde so unangenehme Empfindungen (Stechen) auf der Brust, dass der Versuch abgebrochen wurde; |
| 0,07 | „ | „ | „ | hält man $^1/_4$ Stunde unter starker Reizung von Nase, Rachen und Kehlkopf aus, |
| 0,1 | „ | „ | „ | wirkt so stark, dass nach $^1/_4$ Stunde der Raum verlassen werden muss. |

Aus diesen Ergebnissen und anderen mit Thieren angestellten Versuchen schloss Prof. Lehmann, dass der Ungewohnte bis 0,02 Raumtheile in 1000 Raumtheilen Luft leidlich erträgt, dass ihm aber 0,03 bis 0,04 unangenehm sind.

Die Reizungen nehmen bei $^1/_4$ bis $^1/_2$ stündigem Aufenthalt in der Schwefligsäure-Atmosphäre ab und schwinden beim Austritt in die Luft. Die daran gewöhnten Arbeiter und Beamte sind gegen 0,03 bis 0,04 Raumtheile in 1000 Raumtheilen Luft ganz gleichgiltig. Die Arbeiter sahen nach mehrjähriger Beschäftigung mit Schwefligsäure gut, grösstentheils sogar blühend aus. Augenkatarrhe und Magenstörungen kamen garnicht vor und gelegentliche Katarrhe waren äusseren

Einflüssen, aber nicht der Schwefligsäure zuzuschreiben. Trotzdem empfiehlt Prof. L. mit einem kräftigen Schrauben-Ventilator von 0,8 bis 1 m Durchmesser unten und oben Luft in den Kocherraum zu pressen, um dessen Atmosphäre zu verbessern. Mit Kaminen, Luken und Klappen könne dies nicht ebenso sicher geschehen.

Die etwas mit Schwefligsäure geschwängerte Luft der Sulfitstoff-Anlagen ist erfahrungsmässig den darin Beschäftigten nicht schädlich, sondern wird sogar ihrer heilsamen Wirkung wegen von Kranken, besonders Lungenleidenden, aufgesucht. In der Papier-Zeitung ist in den Jahren 1890 bis 1895 wiederholt über Heilung Schwindsüchtiger mittels Schwefligsäure berichtet worden. Eine 1895 erschienene Schrift »Die neue Behandlungsweise zur Heilung der Athmungsorgane durch Inhalationen von Lignosulfit« von Dr. Franz Hartmann in Hallein macht auf die heilsame Wirkung des Einathmens der aus Sulfitablaugen entwickelten Gase aufmerksam. Inhalatorien zu deren Benutzung sollen in Hallein, Meran, Ems, Mentone, Cannes und Reichenhall theils schon bestehen (1895), theils errichtet werden. 1896 wurden auf mehreren Kliniken der Wiener Universität grössere Versuche mit Hartmannschem Lignosulfit, das aus Sulfitlauge aus einem bestimmten Stadium des Kochens bestehen soll, gemacht, und das Ergebniss war, dass es die Lungentuberkulose zwar nicht heile, jedoch den Kranken Linderung verschaffe.

**560. Verunreinigung der Wasserläufe durch Sulfitstoff-Anlagen.** Nr. 38 der Papier-Zeitung von 1895 brachte folgendes Ergebniss eingehender Untersuchungen des Geh. Reg.-Rathes Prof. Wichelhaus über Sulfitablaugen verschiedener Fabriken:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Physikalische Beschaffenheit | Aussehen und Geruch . . . . | gelb, leicht getrübt, Geruch nach schwefliger Säure | dunkelgelb, klar, Geruch nach schwefl. Säure | gelb, fast klar, Geruch nach schwefl. Säure | braungelb, klar, Geruch stechend nach $SO_2$ |
| | Spezifisches Gewicht . . . . | 1,0390 | 1,0428 | 1,0450 | 1,0425 |
| | Reaktion. | sauer | sauer | sauer | sauer |
| Chemischer Befund: (Alle Angaben bezogen auf 1 Liter) | Freie schweflige Säure . . . g | 2,56 | 2,212 | 2,9400 | 2,5600 |
| | Sauerstoff verbraucht f. oxidirbare Stoffe, welche neben schwefliger Säure vorhanden waren . . g | 52,2007 | 52,7955 | 50,5613 | 69,1068 |
| | Suspendirte Stoffe: Zellstoff . . . . | nicht bestimmbar | nicht vorhanden | nicht vorhanden | — |
| | Suspendirte Stoffe: Mineralisches . . | » | » | » | — |
| | Gesammt-Rückstand der klaren Flüssigkeit . . . . . | 82,8350 | 88,6320 | 85,3450 | 93,8520 |
| | hiervon verbrennlich . . . | 68,3440 | 75,0400 | 69,3660 | 81,2720 |
| | hiervon mineralisch . . . . | 14,4910 | 13,5920 | 15,9790 | 12,5800 |
| | Chlor in Verbindung . . . . | 0,0240 | 0,0094 | 0,0302 | 0,0050 |
| | Schwefelsäure gebunden . . . | 3,4340 | 4,3704 | 4,0220 | 2,2598 |
| | Schweflige Säure gebunden . . | 5,8400 | 6,3080 | 5,3800 | 0,9600 |
| | Kieselsäure . . . . . | 0,0024 | 0,0012 | 0,0104 | 0,0044 |
| | Eisen- und Aluminium-Oxyd . | 0,0102 | 0,0008 | 0,0024 | 0,0052 |
| | Kalk . . . . . | 7,1760 | 8,4320 | 7,3416 | 6,7096 |
| | Magnesia . . . . . | 0,0040 | Spuren | — | 0,0064 |
| | Alkalien . . . . . | 0,0192 | 0,0210 | 0,0322 | 0.0026 |

Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure waren nicht mit Sicherheit nachweisbar.

Vergleichung ergiebt, dass die wichtigsten Zahlen mit denen der letzten Linie der Harpf'schen Tabelle Seite 1541 annähernd übereinstimmen. Die Ablaugen enthalten hiernach etwas freie Schwefligsäure und grosse Mengen verbrennbarer d. h. organischer Stoffe, besonders Zuckerarten, Harze, Gummi, Eiweisskörper usw., deren Beschaffenheit man noch nicht kennt.

Prof. Dr. K. B. Lehmann nimmt in dem Seite 1620 angeführten Gutachten auf Grund vieler Untersuchungen an, dass folgende Mengen $SO_2$ usw. die grössten sind, welche sich in einem Liter Kocherablauge vorfinden, wenn man diese so ungünstig als thunlich ansetzen will:

3,8 g freie $SO_2$
3,1 g gebundene $SO_2$
6,9 g Gesammt $SO_2$
1,6 g Schwefelsäure als Gips
9,2 g Gesammtschwefel
90 bis 120 g Rückstand.

Wenn solche Ablauge in grosser Menge in einen wenig Wasser führenden Fluss gelangt, verursachen freie Schwefligsäure, welche sich an der Luft zu Schwefelsäure oxydirt, und besonders die organischen Bestandtheile, allerlei Unannehmlichkeiten für die Anwohner. Es entstehen Algen- und Pilzwucherungen, an dazu geeigneter Stelle auch Fäulniss, und das Wasser kann, besonders bei Trockenheit im Sommer, für nahe unterhalb liegende Fabriken ungeeignet werden.

Die Natur, welche für Alles sorgt, bietet glücklicherweise in der Luft ein Mittel zum Unschädlichmachen aller dieser Stoffe, wenn ihr genug Zeit und Gelegenheit zur Einwirkung gegeben wird. Flüsse, in welche Sulfitablaugen (und andere Verunreinigungen) gelangen, werden nämlich, wenn letztere genügende Verdünnung erfahren und in dieser Form, sowie durch die Bewegungen des Wassers, der Luft grosse und wechselnde Oberfläche bieten, nach kurzem Lauf wieder rein. Je nach der Wassermenge, der Strömung usw. können die Ablaugen schon $^1/_2$ bis 1 km unterhalb des Einflusses theils abgelagert, theils durch die Einwirkung des Sauerstoffs der Luft so verändert sein, dass sie nicht schädlich wirken.

Diese Reinigung durch die Natur erfolgt, wie gesagt, nur bei genügender Verdünnung rasch genug, um Missstände fernzuhalten, kann aber nicht eintreten, wenn die Ablaugen beispielsweise im Sommer in einen Gebirgsbach fliessen, der durchschnittlich ziemlich viel Wasser führt, aber in trockener Jahreszeit beinahe versiegt.

Prof. Dr. Wichelhaus hat in der erwähnten Abhandlung empfohlen, den Sulfitstoff-Anlagen nachstehende Verpflichtungen aufzuerlegen. Dies ist bei Genehmigung mehrerer Fabriken in den Jahren 1890 und 1891 geschehen und hatte zur Folge, dass bis 1895 nichts Nachtheiliges über deren Betrieb bekannt wurde.

Die Vorschriften lauten:

Die Kocherlaugen oder vereinigte Kocherlaugen und Waschlaugen sind mit Aetzkalk zu behandeln, sodass sie beinahe, aber nicht ganz neutral werden. Der letzte Rest von Säure ist durch langsame Behandlung mit Kalkstein zu entfernen, während die Luft Zutritt hat.

Um letzteren Vorgang zu regeln, sind undurchlässige Sammelteiche anzulegen, welche das vierzehnfache der täglich entstehenden Menge von Kocherlaugen fassen, und aus welchen nur am oberen Rande abgelassen wird.

Das Ablassen darf erfolgen, wenn völlige Neutralität und Ruhe der Flüssigkeit eingetreten ist, jedoch nur in Wasserläufe, welche mindestens eine 500fache Verdünnung der jedesmaligen Abflüsse bewirken.

Da die Kocherlaugen und Waschwasser stets Zellstoff-Fasern mit sich führen, die sich später in den Wasserläufen ablagern würden, während sie in der Fabrik gewonnen und verwerthet werden können, so bemüht sich jeder Fabrikant, dieselben möglichst herauszuholen, ehe er die Abwässer wegfliessen lässt. Neben Stoff-Fängen der verschiedensten Art dienen hierzu grosse, meist gemauerte Behälter oder Gruben, die so geräumig sein müssen, dass die Abwässer darin lang genug verbleiben können, um möglichst viele schwimmenden Theile abzulagern. Hier wird den organischen Stoffen auch die — nach Dr. Wichelhaus — erwünschte Gelegenheit gegeben, sich durch Einwirkung der Luft zu oxydiren, ehe sie in den Fluss gelangen. Zur Neutralisirung mit Aetzkalk und Kalkstein bietet sich hier auch Gelegenheit.

Da 1 cbm Kocherraum, wie Seite 1548 gesagt, 80 bis 90 kg Zellstoff liefert, so braucht man für ein Ergebniss von 10 000 kg Zellstoff in 24 Stunden, welches hier als Beispiel dienen soll, annähernd 120 cbm Kocherraum. Nach Dr. Harpfs Angaben auf Seite 1542 braucht man zur Füllung eines Kocherraums von 122 cbm 83,6 cbm Lauge, also etwa zwei Drittel des Raums, d. i. für 120 cbm etwa 80 cbm Lauge. Der Sammelteich, welcher nach Wichelhaus das vierzehnfache der täglich entstehenden Menge Kocherlauge fassen soll, muss also eine Grösse von $80 \times 14 = 1120$ cbm haben. Bei 1 m Tiefe müsste ein solcher Teich beispielsweise 40 m lang und 28 m breit sein. Durch Aufspeicherung der Ablaugen in solchen Gruben wird auch erzielt, dass sich diese nicht plötzlich wie sie aus den Kochern kommen, sondern in kleinen gleichmässigen Mengen in den Fluss ergiessen.

Nach Prof. Dr. Lehmanns Gutachten liefert die ältere Sulfitstoff-Anlage zu Aschaffenburg bei einem Verbrauch von 103,5 cbm Lauge in 24 Stunden 6400 cbm Waschwasser, also etwa 60 cbm auf jeden cbm Lauge und hiernach würde die oben für vierzehnfache Verdünnung berechnete Grube, nur für $\frac{14 \times 24}{60} = 5{,}6$ Stunden ausreichen. Hierbei ist vorausgesetzt, dass alle Abwässer zusammenkommen und gleichmässig behandelt werden, während es in vielen Fällen angehen wird, die letzten sehr verdünnten Abwässer unmittelbar oder nach Durchfliessen eines Stofffangs in den Fluss zu leiten.

Auf Grund von Prof. Dr. Lehmanns Gutachten werden z. B. die Ablaugen der Aschaffenburger Fabrik unverdünnt, wie sie aus den Kochern kommen, in den städtischen Kanal geleitet, wo sie eine mindestens fünffache Verdünnung erfahren, ehe sie in den Main gelangen. Die Waschwässer werden in einem Stofffang möglichst von Zellstoff befreit und dann ohne weitere Behandlung in die Aschaff abgelassen. Nach seinen eingehenden Untersuchungen enthält 1 l dieser Waschwässer folgende Mengen fremder Bestandtheile:

| | Durchschnitt | Maximum | |
|---|---|---|---|
| Zellstoff | etwa 30 | 64 | Milligramm |
| Rückstand | „ 600 | 1400 | „ |
| Davon organische Stoffe | „ 450 | 650 | „ |
| Schwefligsäure | „ 10 | 16 | „ |
| Die Acidität entspricht meist | „ 0,5 | 1,05 | ccm Normalsäure. |

Während 103,5 cbm Kocherlauge, nach vielen Versuchen, nur 4 bis 10 kg Zellstoff mitführten, enthielten die täglichen 6400 cbm Waschwasser nach obigem Ergebniss $30 \times 6400$ g = 192 kg bis $64 \times 6400$ g = 409 kg Zellstoff. Letztere bedürfen deshalb der Reinigung durch Stofffänger in viel höherem Grade als die Kocherlaugen. Der Säuregehalt der Waschwasser ist so gering, dass er den Sinnen kaum wahrnehmbar wird.

Prof. Dr. Lehmann hat keine Neutralisirung der Kocherlauge der Aschaffenburger Fabrik empfohlen, weil die Säure dem Cement des städtischen Kanals, in den sie zuerst gelangt, nicht schadet. Will man jedoch solche Neutralisirung vornehmen, so hat man für eine Acidität von $^1/_{10}$ Normalsäure 2,8 g reinsten Aetzkalks Ca O auf 1 l zuzusetzen, da mit weniger reinen Arten nur eine Verminderung der freien Säure auf $^1/_3$ bis $^1/_4$ erzielt wird. Der Kalk muss auch in einem Rührbottich aufgekocht und mit der Lauge gemischt werden, um völlig zu neutralisiren.

Da der Main oberhalb Aschaffenburg etwa 50 cbm Wasser in der Sekunde führt, die im Liter etwa 200 mg Rückstände enthalten, so erfahren diese durch Zufluss der Ablauge nur eine Vermehrung um 2 bis 4 mg.

Nach Dr. Lehmanns Angaben ergiebt das Mainwasser oberhalb Würzburg je nach Jahreszeit und Wasserstand 202 bis 319 mg Rückstand im Liter, zeigt also an sich schon Unterschiede, gegen welche die Vermehrung der Rückstände um 2 bis 4 mg verschwindend erscheint. Die geringe Menge Schwefligsäure, welche in den Fluss gelangt, muss sich in lufthaltigem, fliessendem Wasser rasch zu Schwefelsäure oxydiren und mit gelöstem doppelt kohlensauren Kalk zu Gips verbinden.

Prof. Dr. Lehmann hat, da er in der Literatur nur wenig darüber fand, Versuche über den Einfluss von Sulfitlauge auf Fische angestellt, die er in dem erwähnten Gutachten folgendermaassen beschreibt:

Es wurden drei junge Barsche und vier verschiedene Weissfische (Döbel und Rothauge) in einem Holzzuber in 20 l Würzburger Leitungswasser gebracht und diesem Wasser wechselnde Mengen Kocher-Ablauge zugesetzt, wobei Sorge getragen wurde, stets einen Luftstrom durch das Wasser zu leiten.

Die Lauge enthielt in 10 ccm 29,2 freie und 57 mg Gesammt-$SO_2$, nebst 730 mg organischer Substanzen.

| Datum | | Laugengehalt | Versuchsdauer | Wirkung | Organische Substanz | in 1 l des Fischwassers waren Gesammt-$SO_2$ | freie $SO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17. Februar 1893 | 20 l Wass. + 20 ccm Lauge | $\frac{1}{1000}$ | 18 St. | 0 | 73 | 5,7 | 2,9 |
| 18. Februar 1893 | 20 l „ + 60 „ „ | $\frac{3}{1000}$ | 6 „ | 0 | 219 | 17,1[2] | 8,7[2] |
| 18.—20. Februar | 20 l „ + 140 „ „ | $\frac{7}{1000}$ | 42 „ | 0 | 511[2] | 39,9[4] | 20,3[6] |
| 20. Februar | 20 l „ + 200 „ „ | $\frac{1}{100}$ | 7 „ | 0 | 730 | 57 | 29,2 |
| 21. Februar | 20 l „ + 300 „ „ | $\frac{1,5}{100}$ | 22 „ | 1 Barsch stirbt 21. Februar | 1095 | 85,5 | 43,8 |
| 22.—25. Februar | 20 l „ + 200 „ „ | $\frac{1}{100}$ | 3 Tage | 1 Barsch stirbt 25. Februar | 730 | 57 | 29,2 |
| 25.—28. Februar | 20 l „ + 200 „ „ | $\frac{1}{100}$ | 3 „ | 1 Barsch stirbt 28. Februar | 730 | 57 | 29,2 |
| 28. Februar bis 2. März | 20 l „ + 200 „ „ | $\frac{1}{100}$ | 2 „ | Weissfische sehr wohl | 730 | 57 | 29,2 |

Es erschien, nachdem dieser Versuch gezeigt, dass selbst den ziemlich empfindlichen jungen Barschen ein *vorübergehender* Aufenthalt in der nur hundertfach verdünnten Kocherlauge nicht schadet, und dass Weissfische diese Dosis 14 Tage sehr gut vertragen, wünschenswerth, in einem neuen Versuch zu erproben, ob die auf 1:1000 verdünnte Kocherlauge irgendwelchen Schaden auf die Dauer im Gefolge hat.

Zu diesem Zwecke wurden ein Barbe, ein Karpfen, zwei Barsche, zwei Schleie und ein Weissfisch 11 Tage lang in 60 l täglich erneuten Wassers gehalten, denen täglich je 60 ccm Kocherlauge zugesetzt wurde. Die Fische hielten sich vortrefflich; die anfangs (beim Bezug vom Fischhändler) etwas matte Barbe wurde sehr munter. Am fünften Tage starb ein Barsch und eine Schleie, sonst zeigten die Thiere nach vollen 11 Tagen die gleiche Frische der Bewegungen wie am ersten Tage. Ich glaube, dass dieser Versuch trotz der beiden Todesfälle als voller Beweis für die Unschädlichkeit selbst des Uferwassers des Mains etwa 70 bis 100 m unterhalb der Einmündung der Kocherlaugen zu betrachten ist. Die Fische werden vielleicht theilweise dem Strome verdünnter Lauge am Ufer aus dem Wege gehen, da ja der übrige Main umso reiner bleibt, je länger der Kanal-Inhalt relativ konzentrirt als Strom am Ufer fliesst. Nach der vollen Mischung mit den 50 Sekunden-Kubikmeter Mainwasser wird die Kocherlauge für Mensch und Fisch vollkommen unmerklich geworden sein.

F. Zenk in Würzburg, Ehrenpräsident des unterfränkischen Kreisfischerei-Vereins, erstattete über den Einfluss der Aschaffenburger Sulfitanlage auf die Fischerei ein ausführliches Gutachten, welches in Nrn. 21 bis 30 Jahrg. 1894 der Papier-Zeitung abgedruckt ist. Er kommt darin zu denselben Schlüssen wie Prof. Dr. Lehmann, druckt aber auch folgende Verordnung ab, welche auf Grund der Oberrheinischen Fischerei-Uebereinkunft vom 18. Mai 1887 von Baden, Elsass-Lothringen und der Schweiz im wesentlichen übereinstimmend erlassen wurde.

»Bei Ertheilung der Genehmigung zur Ableitung von den Fischen schädlichen Stoffen und Abfällen aus Fabriken in einen Wasserlauf ist die Beobachtung folgender Maassregeln anzuordnen:

I. Die Abgänge sind vor Einleitung in den Wasserlauf einer chemischen oder mechanischen Reinigung oder einer Verdünnung mit reinem Wasser oder einer Abkühlung zu unterwerfen. Die Reinigung, Verdünnung oder Abkühlung ist in der Weise vorzunehmen, dass von der Ableitung jedenfalls ausgeschlossen sind:

a) Flüssigkeiten, in denen mehr als 10 pCt. suspendirte und gelöste Substanzen enthalten sind,

b) Flüssigkeiten, in denen Säuren, schweflige Säuren und Salze, welche schweflige Säuren bei ihrer Zersetzung liefern, in einem stärkern Verhältniss als 1:1000 enthalten sind,

c) Abwässer, welche feste fäulnissfähige Substanzen enthalten,

d) Dämpfe und Flüssigkeiten, deren Temperatur 50 Centigrade (40° R) übersteigt.

II. Die Einleitung der Abgänge in einen Wasserlauf hat allmälig, in einer auf längere Zeitdauer sich gleichmässig vertheilenden Menge zu erfolgen, sofern von dem plötzlichen Zuflusse grösserer Mengen eine Gefahr für den Fischstand zn befürchten ist.

III. Die Einleitung der Abgänge in einen Wasserlauf hat mittels Röhren oder Kanälen stattzufinden, sofern dies nach der Beschaffenheit des Wasserlaufes angängig ist. Die Röhren oder Kanäle müssen bis in den Thalweg oder die Mitte des Wasserlaufes reichen und unter Niederwasser ausmünden. Dieselben sind so anzulegen, dass eine Verunreinigung des Ufers vermieden wird.«

Wer an genügend grossem Flusse liegt und die Ablaugen in der vorher erläuterten Art behandelt, wird damit in den meisten Fällen auch obige zum Wohl der Fische getroffenen Bestimmungen einhalten. Wenn es sich jedoch darum handelt, ob die Fischzucht auf Kosten des Bestandes einer Fabrik geschützt werden soll, so ist zu bedenken, dass die deutsche Binnenfischerei — nach Dr. Curt Weigelt, General-Sekretär des deutschen Fischerei-Vereins — rund 15000 Personen ernährt, und eine Jahresrente von etwa 6 Millionen Mark bringt, während die Abwässer liefernde Industrie über 5 Millionen Menschen mit einer Rente von fast 6 Milliarden Mark beschäftigt. Die Behörden sollten deshalb der ohnehin schwer kämpfenden Industrie durch allzu harte Vorschriften und Bedingungen das Dasein nicht zu

sehr erschweren, während anderseits die Fabrikanten bei Anlage von Sulfitstoff-Fabriken kleine Wasserläufe meiden und zur Reinigung der Abwässer alle Mittel anwenden sollten, welche den geschäftlichen Erfolg nicht wesentlich beeinträchtigen oder in Frage stellen.

In einigen Fällen wurde bei Genehmigung neuer Sulfit-Anlagen die Anwendung des auf Seiten 1597 bis 1602 erläuterten Dr. Frankschen Wiedergewinnungs-Verfahrens vorgeschrieben, weil die Abwässer dadurch von ihren schädlichsten Bestandtheilen befreit werden.

Eine süddeutsche Sulfitstoff-Fabrik entsäuert ihre Ablaugen mit Kalk, wobei sich mit dem gefällten schwefligsauren Kalk grosse Mengen organischer Stoffe ablagern. Die so entsäuerten Ablaugen werden mit den Abwässern der Papiermaschinen durch einen Stoff-Fänger geführt und sind dann von ihren absetzbaren Verunreinigungen möglichst befreit. Da die Abwässer trotzdem noch zu Klagen Veranlassung gaben, so konnten diese nur von den aus dem Holz gelösten organischen Stoffen verursacht sein, welche hauptsächlich aus Kohlenhydraten, Amyloiden usw. bestehen. Für diese giebt es zwar noch kein Fällungsmittel, doch werden sie durch Oxydation, z. B. im Fluss, leicht und rasch zerstört. Da aus der Fabrik in 24 Stunden 4300 cbm Abwässer kommen, so würde eine Klärgrube von 5000 cbm Inhalt nur das Ergebniss eines Tages fassen und nicht genug Zeit zur Oxydation und Klärung bieten, wenn solche damit überhaupt möglich wäre. Gruben von dieser Ausdehnung würden, da sie gemauert und durch Bedachung gegen Frost geschützt werden müssten, viel kosten, ohne die gewünschte Wirkung zu erzielen.

Dr. A. Frank, Charlottenburg, empfahl desshalb Reinigung durch Filtration auf Rieselfeldern, die auf einer verfügbaren Fläche von 9 ha anzulegen wären. die 9 ha sollten in 6 Tafeln getheilt werden, die jede für sich oder zu 3 hintereinander als Rieselflächen benutzt werden könnten. Die Durchlüftung sollte durch Drainröhren erfolgen, die nach einem in der Mitte liegenden, aber nach aussen abgeschlossenen, tiefliegenden Graben führen. Das filtrirte Wasser sollte durch in diesem Mittelgraben angelegte Schächte bis in die unteren durchlässigen Schichten gelangen und dort verschwinden. Die Erfahrungen mit den Rieselfeldern der Städte Berlin, Charlottenburg, Breslau, Danzig haben gezeigt, dass der Boden nicht so durchlässig wie Sand, sondern mehr wie Gartenerde sein soll, um die Flüssigkeit etwas zurückzuhalten und der Luft Gelegenheit zur Oxydation zu geben. Mit den Flächen muss gewechselt werden, damit eine eben berieselte ruhen kann und die darauf abgelagerten Stoffe Zeit zur Umwandlung erhalten. Die nächst darauf gelangende Flüssigkeit kann dann die entstandenen löslichen Stoffe auslaugen und fortführen. Im Sommer darf man nur mässige Mengen auffliessen lassen, um den Pflanzenwuchs nicht zu stören, wogegen im Winter die Wasser gestaut werden müssen, um Einfrieren des Bodens zu hindern. Das abfliessende Wasser ist so rein, dass es getrunken werden kann.

Die Spindlersche Färberei in Spindlersfeld bei Berlin reinigt ihre täglichen 10000 cbm Abwässer vollkommen durch solche Rieselung, und dieselbe ist auch schon von Zucker-, Textil- und anderen Fabriken mit Erfolg eingeführt. Es scheint daher kaum zweifelhaft, dass auch Sulfit-Ablaugen auf diesem Wege völlig gereinigt werden können.

In Fällen, wo die erreichbaren Flüsse so wenig Wasser führen, dass eine mindestens 500fache Verdünnung durch dasselbe nicht immer möglich ist, und keine Flächen zur Rieselung vorhanden sind, haben einige Fabriken, um allen Erschwerungen aus dem Wege zu gehen, völlige Eindampfung der Kocherlaugen eingeführt. Dieselben neutralisiren die Säuren und dampfen die Ablaugen dann in ähnlicher Weise ein, wie es mit den Laugen der Natron-Zellstoff-Fabrikation geschieht. Zwei deutschen Fabriken wurde 1894 wegen Verunreinigung der Wasserläufe der Fortbetrieb verboten. Durch deren Stillstand wurde das Wasser allerdings reiner, aber eine grosse Zahl von Familien verlor ihren Lebensunterhalt. In solchen Fällen sollte man bedenken, dass zur Erhaltung der Gesundheit in erster Linie gute reichliche Nahrung, d. h. der dazu nöthige Verdienst gehört, und sich damit begnügen, wenn zur Reinhaltung des Wassers das hierzu den Umständen nach Ausführbare geschieht. Bei Neuanlagen ist den Behörden die Möglichkeit gegeben, für möglichste Reinhaltung von Luft und Wasser zu sorgen, indem sie die hierzu nöthigen Maassregeln bei der Genehmigung vorschreiben.

Durch beständige Verbesserung der Einrichtungen ist es schon dahin gekommen, dass die Luft gut angelegter und geleiteter Sulfitstoff-Fabriken zu keinen Klagen Anlass giebt. Auch die Reinigung und Beseitigung der Abwasser macht stetige Fortschritte und wird hoffentlich in nicht allzu ferner Zeit die gewünschte Lösung finden. Während die Fabriken, welche die Kocherlaugen eindampfen, dafür noch mindestens für 1 M. Brennstoff auf 100 kg Zellstoff aufwenden müssen, versichert Direktor L. Dorenfeldt, dass die in der Lauge enthaltenen organischen Stoffe alle hierzu erforderliche Wärme kostenfrei liefern können. Er setzt dabei allerdings voraus, dass das Eindampfen der Ablauge in Dampfkesseln nicht durch Kalkgehalt der Lauge verhindert werde, dass diese vielmehr den Ablaugen der Natronzellstoff-Fabriken ähnlich sei.

Nach dem D. R. Patent 74030 von Johann Novák in Brünn wird die Lauge dadurch zum Eindampfen geeignet, dass man nach dem Versetzen mit Kalk im Ueberschuss, aus dem Schornstein oder aus Kalköfen entnommene Kohlensäure einleitet und den entstehenden Schlamm entfernt. Die Lauge soll dann beim Eindampfen in Mehrkörpern weder schäumen noch Krusten absetzen. Dabei sei es vortheilhaft, jeden Verdampfer für sich mit Ablauge zu füllen und diese darin zu verdichten, anstatt sie von einem in den andern treten zu lassen.

In England bestehen sehr strenge Vorschriften für das Ablassen der Fabrik-Abwässer in die öffentlichen Wasserläufe. Die Abwasser der Natronzellstoff-Fabriken dürfen keinesfalls mehr als 200 grains und im Mittel nicht mehr als 100 grains Rückstand auf die Gallone, also durchschnittlich 1,4 g auf das Liter beim Verdampfen zurücklassen. Dieselben dürfen auch nicht mehr Alkali enthalten als 5 grains Natronhydrat in der Gallone d. i. 70 mg im Liter entspricht, sofern nicht gleichzeitig reinere Waschwasser abgelassen werden. Die dortigen Fabriken lassen desshalb ihre Abwässer nicht nur absetzen, sondern viele filtriren dieselben ausserdem ebenso, wie es mit dem Fabrikationswasser vor dessen Verwendung geschieht, ehe sie dieselben fortlassen.

**561. Pergamentpapier-Ersatz (Imitirt Pergamentpapier. Pergamyn).** Die Fasern von festem Sulfitstoff scheinen denen von Hanf sehr nahe zu stehen, da man sie wie diese zu einer beinahe gallertartigen Masse zermahlen kann. Zur

Herstellung von Papier, welches dem zu Briefumschlägen früher viel verwendeten durchscheinenden Hanfpapier ähnlich ist, braucht man harten aber splitterfreien Sulfitstoff.

Die bei so hartem Stoff auftretende rothe Färbung (s. Seite 1591) hat nichts zu bedeuten und kann durch Anwärmen des Holländers leicht vertrieben werden. Die Holländer müssen schwach beschickt und fortdauernd aufgerührt werden, um möglichst gleichmässige Verarbeitung des Stoffes zu erzielen; die Messer sowohl des Grundwerkes als der Walze müssen stumpf sein, damit die Fasern nicht gemahlen, sondern nur gequetscht werden. Hat man Holländer mit gutem Umlauf, so kann der Eintrag grösser sein, da für fortdauerndes, selbstthätiges Umrühren gesorgt ist. Bei guten Einrichtungen mahlt man den Stoff 10 bis 12 Stunden so scharf, dass er warm wird, hebt dann die Walze so weit in die Höhe, dass die Messer nur wenig kratzen, und lässt den Stoff zur Beseitigung der Knoten noch 2 bis 3 Stunden umlaufen. Manche Fabrikanten wollen das scharfe Mahlen durch vorheriges Kollern theilweise oder ganz überflüssig machen. Die lange gemahlenen Papiere werden viel stärker geleimt als Schreibsorten, z. B. mit 5 kg Harz und 6 kg Alaun auf 100 kg Stoff.

Von anderer Seite wird behauptet, dass ungebleichter Sulfitstoff durch Umwandlung in gallertartige Masse leimfestes Papier liefere, daher keiner Zutheilung von Harzleim und Alaun bedürfe, dass letztere die Durchsicht beeinträchtigen. Allerdings erschwere der Zusatz von Leim das Durchdringen von Fett und Feuchtigkeit. Verf. konnte diese Angabe nicht auf ihre Richtigkeit prüfen, da die ihm bekannten Fabrikanten aus stark geleimtem ungebleichtem Sulfitstoff gutes durchscheinendes imit. Pergamentpapier herstellen, und keine Gelegenheit zur Vergleichung mit ungeleimtem geboten war.

In manchen Fällen werden dem Sulfitstoff bis zu 40 pCt. Stroh- und Natronzellstoff und sogar etwas Holzschliff zugesetzt — jedoch kaum zur Verbesserung, sondern nur um billigere Erzeugnisse herzustellen.

Die Papiermaschine sollte mit möglichst langem Sieb versehen sein, da das stark geleimte dicht geschlossene Papier das Wasser wenig durchlässt, und weil durch starkes Schütteln des Siebes aus der nur aufgequollenen, nicht aufgelösten Stoffmasse Klumpen entstehen könnten, die das Papier minderwerthig machen. Zur Entwässerung auf dem Sieb sollte dieses mit mehreren Saugern, darunter womöglich einer mit Kolbenpumpe, versehen sein. Diese dürfen jedoch nur so benutzt werden, dass die Papierbahn noch mit verhältnissmässig hohem Feuchtigkeits-Gehalt in die Gautschpresse kommt.

Die Gautschpresse darf nur schwach gautschen, und wenn irgend möglich, soll der Filzschlauch der oberen Gautschwalze keine sehr lange Wolle haben oder schon etwas abgearbeitet sein, damit die Papierbahn nicht daran klebt. Die erste Nass-Presse darf nicht fest gepresst, sondern muss eher etwas gehoben sein, dagegen muss auf der zweiten Presse gut ausgepresst werden.

Die ersten Trockencylinder dürfen nicht zu heiss sein, damit das Papier langsam trocknet, und vor dem Aufrollen muss es in der Maschine angefeuchtet und nach Fertigstellung mehrere Tage gelagert werden, und zwar so, dass die Ränder des Papiers nicht eintrocknen. Falls die Ränder trocken werden, feuchtet man dieselben von Zeit zu Zeit mit einem nassen Schwamm etwas nach.

Sobald das Papier einige Tage gelegen hat und die Feuchtigkeit durchgezogen ist, feuchtet man es nochmals auf einer besonderen Feuchtmaschine ziemlich stark, lässt es wieder einige Tage lagern und versucht dann eine Rolle zu glätten.

Es empfiehlt sich, das Papier durch einen 10 bis 12 walzigen Kalander unter starkem Druck und so schnell als möglich nur einmal durchzulassen. Die Walzen eines so schnell laufenden Kalanders erhitzen sich und trocknen das Papier genügend. Wird es bei einmaligem Durchgang nicht gut, so feuchte man lieber noch einmal, statt durch zweimaliges Satiniren ohne zweimaliges Feuchten viel Ausschuss zu machen.

Wenn man das Papier auf der Maschine nicht zu sehr presst, langsam trocknet und vor dem Glätten stark feuchtet, jedenfalls nicht zu sehr erhitzt, so wird es zäh, erhält schöne Durchsicht und ohne Zusatz anderer Stoffe fettigen Glanz.

Manche Fabrikanten suchen den Fettglanz durch Zusatz von Wachs und ähnlichen Stoffen zu erhöhen. Benutzt man Stearin, so muss dieses mit Borax zu einer Emulsion gelöst und dann im Holländer zugesetzt werden (vergl. Seiten 384 bis 386). Um das Aussehen zu verbessern, wenden Andere die Stoffe an, welche der Wäsche Glanz verleihen, nämlich Borax und Stärke. Sie setzen dann im Holländer auf 100 kg Stoff etwa 1 kg Stärke und 250 bis 300 g Borax zu. Zusätze dieser Art verursachen jedoch erhebliche Kosten und ergeben nur bei richtiger aufmerksamer Anwendung die gewünschte Verbesserung und höhere Verkaufspreise.

Wenn die Fasern gallertartig zermahlen sind, wird das Papier so dicht, dass es auch Fett nur schwer eindringen lässt, also bis zu gewissem Grade fettdicht ist. Manche Fabrikanten wollen ausserdem dafür sorgen, dass es stets Wasser genug enthält, um Fett abzustossen — da sich Wasser und Fett bekanntlich nicht vertragen. Zu diesem Zweck mischen sie dem Zeug im Holländer solche hygroskopische Stoffe bei, die Wasser anziehen und das Papier durch ihre Gegenwart feucht halten. Dazu dient meistens etwas Glycerin, manchmal auch Traubenzucker, Chlorzink, Kollodin usw. Da diese Stoffe in Wasser löslich sind, so finden sie Gelegenheit, auf dem Sieb der Papiermaschine abzufliessen, und es ist anzunehmen, dass nur ein kleiner Theil derselben im Papier bleibt. Ob dieser dann noch genügt, um das Papier feucht und fettdicht zu erhalten, erscheint zweifelhaft. Jedenfalls wird die Zutheilung solcher Stoffe durch den unvermeidlichen Verlust des grössten Theils derselben, der nur durch Wiederverwendung des Siebwassers im Holländer vermindert werden könnte, recht kostspielig. In den meisten Fällen begnügt man sich desshalb damit, den Sulfitstoff möglichst langsam zu einer gelatinösen Masse zu vermahlen.

Das durch Tränken mit Schwefelsäure hergestellte Pergamentpapier ist eine Nachahmung von thierischem Pergament und wird selbst wieder durch das beschriebene Sulfitstoff-Papier nachgeahmt. Beide sind jedoch nur äusserlich ähnlich, denn letzteres ist nicht völlig wasserdicht und zeigt beim Durchreissen breite Ausschärfung, aus welcher die Fasern deutlich hervortreten, während der Riss bei mit Schwefelsäure behandeltem Papier glatt und faserlos ist.

Die unrichtige Bezeichnung als Pergamentpapier hat zur Folge, dass das Papier beim Eintritt in fremde Länder auch als solches verzollt werden muss, während es unter wahrem Namen, als Sulfitstoff-Papier, viel geringer bewerthet würde.

**562. Bedeutung des Sulfitverfahrens. Halbzellstoffe.** Obwohl seit Einführung des Sulfitverfahrens jetzt (1896) kaum 18 Jahre vergangen sind, hat sich dasselbe schon derart verbreitet, dass es bei der Erzeugung von Papierstoff die Hauptrolle spielt. Dem Natron-Verfahren ist es dadurch überlegen, dass man damit 20 bis 30 pCt. mehr Stoff aus Holz gewinnt, der auch durch längeres oder kürzeres Kochen bei niedrigerer oder höherer Temperatur fester oder weicher, also hanf- oder baumwollartiger, d. h. dem Verwendungszweck angepasst erzielt werden kann. Die dazu nöthigen Rohstoffe, Schwefel und Kalk, sind so billig, dass deren Wiedergewinnung nicht lohnt und die beim Natron- und Sulfatverfahren erforderlichen kostspieligen Wiedergewinnungs-Anlagen wegfallen. Da es auf verschiedene Art gelungen ist, die Kocher gegen die Angriffe der Schwefligsäure wirksam zu schützen, da die Fabrikanten jetzt säurefeste Pumpen, Ventile usw. zur Verfügung und durch Erfahrung gelernt haben, die Schwefligsäure so auszunutzen und zu behandeln, dass wenig davon in die Atmosphäre gelangt, so steht dem weitern Siegeslauf des jungen Verfahrens nichts mehr im Wege. Die seitens der Behörden erfolgten Erschwerungen des Betriebs wegen Verunreinigung der Luft und Wasserläufe sollten jedoch Veranlassung geben, dass für solche Fabriken Lage an grossen Wasserläufen, entfernt von grösseren Ansiedelungen, gewählt wird. Weitere Grundlagen des Erfolgs sind billiger Bezug oder Reichthum der Gegend an geeignetem Holz zu mässigem Preis, billige Kohlen, Schwefel und Kalk, bequemer Absatz und Versandt der Waare, sowie tüchtige Arbeiter. Einige dieser Erfordernisse, wie Lage und billige Rohstoffe, finden sich häufig in abgelegenen Gegenden und Ländern ohne Industrie, genügen aber dort nicht zur Sicherung des Erfolgs, weil die Versorgung der Fabrik mit den fortwährend ergänzungsbedürftigen Einrichtungen und geübten Arbeitskräften zu schwierig und das Absatzgebiet zu weit entfernt ist.

Weitere Verbreitung und Dauer des Sulfitverfahrens erscheinen in den Culturstaaten durch die auf Seiten 1240 bis 42 dargelegten Forstverhältnisse gesichert.

Die Fabrikanten haben sich nicht damit begnügt, weissen Holzschliff und braunen Dämpf-Holzschliff, sowie Natron- und Sulfitzellstoff verschiedener Güte aus Holz herzustellen, sondern suchen vielfach nach Zwischenstufen. Sie wollen Papier herstellen, welches besser als solches aus Schliff, aber weniger vollkommen und auch erheblich billiger als das aus Zellstoff erzeugte ist. Dasselbe soll auch besser als solches aus braunem Holzschliff und daher geeignet sein, dieses wie auch Zellstoff-Papier zu ersetzen.

Einige Fabriken, besonders in Schweden, sollen die Erzeugung solcher Halbzellstoff-Papiere schon mit Erfolg betreiben, halten aber das Verfahren geheim. Es ist anzunehmen, dass sich noch viele Stoffe aus Holz finden lassen werden, die zwischen Schliff und Zellstoff liegen.

**563. Behandlung von Holz mit starken Säuren.** M. Z. Orioli in Pontcharra, Dep. Isère, Frankreich, hat in den sechziger Jahren nicht nur ausgedehnte Versuche über den Einfluss verschiedener Säuren auf Holz angestellt, sondern sie auch in grossem Maassstabe ausgeführt und seine Erfahrungen in der Schrift *Le papier et ses matières premières* niedergelegt, aus welcher folgende Stellen in freier Uebersetzung entnommen sind.

Durch Versuche im Laboratorium hatte ich gefunden, dass die Inkrusten sowohl von Chlorwasserstoffsäure, wie von Salpetersäure gelöst werden, dass auch Holz in Form von Hobelspänen von jeder der beiden Säuren leicht durchdrungen wird, dass ihre Wirkung aber dennoch ganz verschieden ist. Die Salzsäure schwärzte das Holz und erschwerte dadurch die folgenden Umwandlungen, die Anwendung reiner Salpetersäure war von diesem Missstand frei, wurde aber zu kostspielig befunden. Dadurch war ich darauf hingewiesen, Mischungen beider Säuren, d. i. Königswasser, zu versuchen, bis ich eine fand, welche genug Salpetersäure enthielt, um das Schwärzen des Holzes durch die Salzsäure zu verhindern, aber nicht so viel, dass die Anwendung der Mischung zu kostspielig würde. Sie enthielt 20 pCt. Salpetersäure auf 80 pCt. Salzsäure. Pappel- oder Tannenspäne wurden nach 24 stündiger Vereinigung mit solcher Säure so weich und schwammig, dass sie mit der grössten Leichtigkeit unter dem Druck der Finger zerfielen, kurz, die Inkrusten waren ohne Veränderung der Farbe völlig zerstört und in Pikrinsäure (acide picrique) verwandelt. Ich fand, dass man aus 100 Theilen Holz 50 Theile langer, weicher, fester und sehr weisser Fasern erhalten kann, wenn man es nach Behandlung mit 40 pCt. solchen Königswassers wäscht, stampft und mit 10 pCt. Chlorkalk bleicht. Die Versuche im grossen, welche ich infolge dieser Erfahrungen anstellte, brachten, wie es häufig vorkommt, Störungen mit sich, welche ich mittheilen will, um Andere vor solchen Verlusten zu bewahren, wie ich sie erlitt.

Die meisten Sandsteingefässe von etwa 1000 l Inhalt, welche zur Behandlung des Holzes mit Königswasser dienen sollten, schwitzten durch Risse, welche nicht vollkommen genug mit Wachs verkittet werden konnten, Säure aus, was Unfälle und das Verbrennen der Kleider der Arbeiter verursachte. Der Unwille der Arbeiter wurde noch durch die salpetersauren Dämpfe erhöht, welche sich, besonders im Sommer, aus den Gefässen entwickelten und Augenentzündungen zur Folge hatten. Nach der Behandlung mit Königswasser wurde das Holz mit einem Granitstein gemahlen und in Haufen gesetzt, und wenn man dann das Waschen verzögerte, lief man Gefahr, die Fasern durch die lange Berührung mit der Säure zu verbrennen. Dieser Missstand hätte zwar vermieden werden können, wenn ich mit guten Waschvorrichtungen versehen gewesen wäre, so aber kam der Stoff in den Lauger mit einem Rest von Säure, welche einen Theil des Alkalis neutralisirte, das Kesselblech angriff und dadurch salpetersaures Eisenoxyd und Eisenchlorid in die Masse brachte. Die Kosten, welche die Versuche zur Ueberwindung dieser Schwierigkeiten verursachten, wuchsen so sehr an, dass die Fabrikation aufgegeben werden musste.

Die Herren Coupier, Barre, Blondel und Delaye haben zu verschiedenen Zeiten versucht, Zellstoff durch Behandlung des Holzes mit kochender, aber verdünnter Salpetersäure zu gewinnen. Bachet und Machard haben versucht, die Inkrusten durch Kochen mit stark verdünnter Salzsäure und Schwefelsäure in Traubenzucker zu verwandeln und dadurch die Fasern frei zu legen. Mit keinem dieser Verfahren hat man, trotz der glänzendsten Versprechungen der Laboratoriumsversuche, beim Fabrikbetrieb günstige Ergebnisse erzielt. Ungeachtet all dieser unfruchtbaren Bemühungen bin ich noch überzeugt, dass die Behandlung des Holzes mit kalten konzentrirten oder besser mit heissen verdünnten Säuren von Erfolg gekrönt wird, sobald man über zweckentsprechende Wasch- und Mahlvorrichtungen verfügen kann.

Orioli erklärt weiterhin, nicht zugeben zu können, dass sich Holz vortheilhaft ohne Säuren zersetzen lasse, bis der Beweis vom Gegentheil geliefert sei, und er hält das Verfahren von Bachet und Machard bei Anwendung entsprechender Einrichtungen für das beste und billigste.

Nach dem deutschen Patent Nr. 60233 von Dr. Isaac Lifschütz und Anderen soll zerkleinertes Kiefernholz mit einem kalten Gemisch von verdünnter Salpeter- und Schwefelsäure (1 Raumtheil Schwefelsäure auf 3 Raumtheile Salpetersäure) übergossen werden. Nach einiger Zeit wird das Holz von der Säure getrennt, mit Wasser und schwacher Sodalösung gewaschen und soll dann 45 pCt. Zellstoff ergeben. Die Flüssigkeit wird in gleicher Weise wiederholt benutzt, bis die Salpetersäure aufgebraucht ist. Alsdann hat man eine mit Oxalsäure gesättigte Lösung, aus welcher diese auskrystallisirt. Die Schwefelsäure kann mit neuer Salpetersäure gemischt und stets wieder verwendet werden. Obwohl das Verfahren sehr vielversprechend erschien, ist über dessen fabrikmässige Ausführung bis jetzt (1896) nichts bekannt geworden.

**564. Zersetzen des Holzes durch Kohlenwasserstoffe.** *W. Adamson* in Philadelphia hat am 18. Juli 1871 das amerikanische Erfindungspatent für Gewinnung von Zellstoff durch Behandlung des Holzes und anderer Rohstoffe mit Kohlenwasserstoffen erhalten. Die von ihm dazu empfohlene Vorrichtung ist in Fig. 1646 im Durchschnitt dargestellt.

Nachdem das zerkleinerte Holz zwischen die durchlöcherten Platten *b* und *d* gefüllt ist, giebt man die erforderliche Menge Benzin, Erdöl u. dergl. zu, schliesst das Mannloch *a* und lässt Dampf in das Schlangenrohr *B* treten, bis in dem Kessel *A* eine Spannung von etwa $^1/_3$ bis $^2/_3$ Atmosphäre Ueberdruck herrscht. Diese Spannung wird während des Kochens beibehalten, und damit sie nicht überschritten wird, ist auf dem Cylinder-Deckel ein Sicherheitsventil *q* angebracht. Die leichtverflüchtigten Benzindämpfe gehen in der Richtung des Pfeils durch *D* in das Schlangenrohr *F* des Behälters *E*, wo sie von dem umgebenden kalten Wasser verdichtet werden, um dann entweder durch *D'* unterhalb der Platte *d* oder durch Rohr *D''* und Hahn *m* oberhalb der Platte *b* in den Kessel zurückzufliessen. Der Hahn *f* sowie alle anderen Hähne bleiben geschlossen, solange die gewünschte Spannung nicht erreicht ist, und dann wird seine Oeffnung mit dem Hebel *x* geregelt. Nach beendetem Kochen lässt man das Benzin durch Rohr *h* und Hahn *y* ab. Zum Abziehen der auf dem Boden des Kessels abgelagerten aufgelösten Bestandtheile dient der besondere Hahn *e*. Der behandelte Rohstoff wird durch eine seitliche Oeffnung herausgenommen.

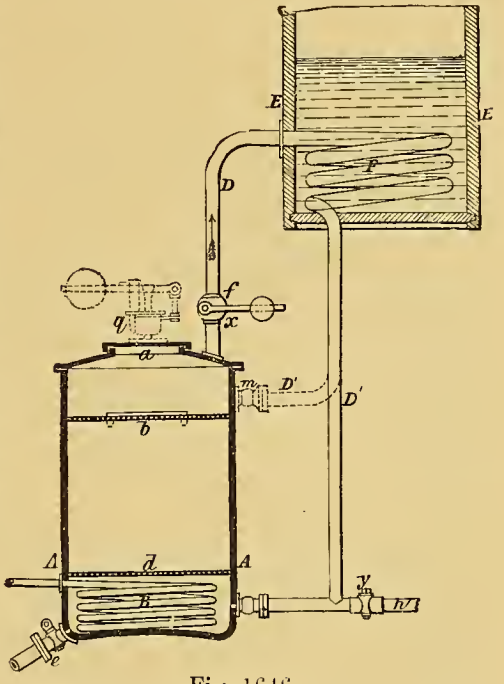


Fig. 1646.

Herr Adamson hat aus Stroh, neben sehr langen schönen Fasern, hübsches weisses Pflanzenwachs erhalten und damit bewiesen, dass möglicherweise auch werthvolle Nebenerzeugnisse daraus gewonnen werden könnten. Obwohl es ihm an Mitteln nicht fehlte, hat er das Verfahren nicht in grossem Stile ausgeführt, und auch von anderer Seite ist dies nicht geschehen.

Die beschriebene Vorrichtung kann auch zum Ausziehen von Pech und Theer aus Hadern und von Oel aus Baumwollabfällen mittels Benzin dienen.

**565. Dauerhaftigkeit der aus Holzstoffen angefertigten Papiere.** Holzschliff ist zerkleinertes Holz und mit dem grössten Theil von dessen Inkrusten behaftet. Erfahrung hat ergeben, dass das aus solchem Stoff hergestellte Papier sich bräunt, wenn es dem Einfluss von Licht und Luft unterworfen ist. Das gebräunte Papier wird brüchig und kann mit der Zeit zerbröckeln, also der Zerstörung anheimfallen. Da reiner Zellstoff oder Holzfaser dem Einfluss von Licht und Luft widersteht, so wird angenommen, dass die erwähnte Veränderung des Holzschliffs durch die darin enthaltenen Inkrusten bewirkt wird.

Papier aus braunem Holzschliff, den man aus vorher gedämpftem Holz durch Schleifen erhält, ist weniger empfindlich gegen Licht und Luft, weil dem Holz ein Theil der Inkrusten durch Auslaugen entzogen wurde. Da braunes Papier überdies meist zu Packzwecken verwendet wird, so erscheint Haltbarkeit auf viele Jahre hinaus dafür nicht erforderlich.

Zellstoff, der durch Kochen von Holz mit Natronlösung gewonnen ist, erträgt, wenn er frei von Inkrusten, also rein hergestellt wurde, zwar ohne Bräunung die Einwirkung von Licht und Luft, kann aber im Laufe der Jahre dennoch grosse Veränderungen erleiden. Als Verf. 1866 bis 1873 in den Vereinigt. Staaten von Amerika weilte, wurde dort viel Löschpapier aus Zellstoff benutzt, welchen die American Wood Paper Co. den Papierfabrikanten Jessup & Moore in Philadelphia lieferte. Der Zellstoff war aus Pappelholz durch Kochen mit Natron gewonnen, hatte lange weisse verfilzungsfähige Fasern und lieferte schwammiges, zum Einsaugen von Flüssigkeit geeignetes Papier. Die Versicherungs-Gesellschaften kauften dasselbe in grossen Mengen, bedruckten die Löschblätter auf einer Seite mit Empfehlung ihrer Geschäfte und vertheilten sie kostenfrei. Herr Moore, Inhaber des Hauses Jessup & Moore, welches das Löschpapier anfertigte, versicherte jedoch, dasselbe verliere — nach im Laufe mehrerer Jahre gewonnener Erfahrung — nach und nach seine Saugfähigkeit und werde hart und brüchig, seine Fasern verholzten sich wieder. Eine Prüfung älterer Löschpapiere bestätigte dies. Aus dieser Erfahrung in Verbindung mit anderen Beobachtungen kann man den Schluss ziehen, dass gewisse durch Einwirkung chemischer Mittel gewonnenen Zellstoffe allmälig wieder die Eigenschaften der Rohpflanzen annehmen können, aus denen sie stammen. Ob dies jedoch für alle Zellstoffe zutrifft, kann nur die Zeit und weitere Beobachtung lehren.

Das Sulfitverfahren ist noch zu neu, als dass man Erfahrung über die Haltbarkeit der damit erzeugten Stoffe haben könnte. Viele Fabrikanten behaupten, dass man Sulfitstoff unbesorgt anstelle der durch viele Jahrhunderte bewährten Lumpen zu Dokumenten-Papier verwenden könne, sind aber nicht imstande, Beweise hierfür zu liefern. Jedenfalls könnte nur solcher Zellstoff Dauer versprechen, der frei von Inkrusten und Veränderung seiner Fasern wäre. Die sehr gefährliche Umwandlung in Hydrozellstoff wird z. B. durch Einwirkung von Säuren vielfach bewirkt (s. Seiten 179 bis 183). Sulfitstoff, welcher noch Inkrusten enthält, zeigt — wenn auch in vermindertem Maasse — die Reaktionen des Holzschliffs, und sein Verhalten dürfte letzterem auch um so ähnlicher sein, je mehr er von Inkrusten begleitet ist.

Wenn demnach durch eingehende Versuche und Erfahrung festgestellt würde, dass man aus reinem Sulfit-Holzzellstoff Dauer-Papiere herstellen kann, so müsste doch der Stoff, welcher zu solchen Papieren verarbeitet werden sollte, einer vorherigen eingehenden Prüfung unterzogen werden.

Auch dann noch wäre es zweifelhaft, ob Holzzellstoff vollkommenen Ersatz der Lumpen böte, da nach der Darlegung auf Seiten 1070 und 1071 anzunehmen ist, dass seine Fasern wegen ihrer Kürze und Gestalt keine Gewähr für lange Dauer bieten.

# THEIL VII.

## MANILLAHANF. — JUTE.

**566. Manillahanf.** Folgende Mittheilung über die Herkunft des Manillahanfes ist der von der Regierungsabtheilung für Ackerbau in Washington herausgegebenen Zeitschrift (*Journal of the Department of Agriculture*) entnommen:

Der von den Eingeborenen der Philippineninseln *abaca* genannte Hanfpisang *(Musa Troglodytarum textoria)* ist eine überall auf den Inseln wildwachsende Art des Geschlechtes Musa. Er erzeugt nur eine kleine ungeniessbare Frucht, welche wie die des gewöhnlichen Pisang aussieht. Die Bäume erreichen eine Höhe von 20 bis 30 Fuss und werden, obwohl sie wild wachsen, 3 bis 4 Fuss auseinanderstehend in Anlagen gezogen. Die einzige Pflege, welche man ihnen angedeihen lässt, besteht darin, dass man den ihnen angewiesenen Boden von Unkraut und schädlichen Pflanzen rein hält. Wenn die Frucht gereift ist, giebt der Baum keinen Hanf mehr. Mit 3 Jahren ist der Baum ausgewachsen und zum Abschneiden reif. Der Stamm liefert den Hanf und wird wenige Zoll über dem Boden abgeschnitten. Von der Wurzel wachsen dann in Zwischenräumen von einigen Monaten so viele Bäume aus, dass eine wohlgepflegte Anlage etwa 2 mal im Jahr geschnitten werden kann.

Der Stamm besteht aus übereinandergreifenden Lagen oder Streifen, welche man von einander ablöst, nachdem man den Stamm von seinen Zweigen befreit hat. Die 3 bis 4 Zoll breiten und je nach der Länge des Stammes 5 bis 10 Fuss langen Streifen werden dann in schmalere getrennt, welche man von Hand über ein Messer hinzieht, während der Streifen mittels einer Unterlage von hartem Holz auf das Messer gepresst und mit einer Tretvorrichtung gespannt erhalten wird. Durch diese Arbeit werden die Fasern von den wässrigen und fleischigen Theilen der Pflanzen befreit und brauchen nur noch in freier Luft getrocknet zu werden, um marktfähig zu sein. Die Streifen müssen 2 oder 3 mal über das Messer gezogen werden, ehe sie durchaus rein sind. Zwei Männer, von denen einer die Bäume abschneidet, die Streifen trennt und sie dem am Messer arbeitenden Gefährten überbringt, können durchschnittlich höchstens 25 Pfund im Tag reinigen.

Aus 3200 Bäumen erhält man nur 2240 Pfund engl., d. i. eine Tonne Hanf. Wenn man bedenkt, dass ein Indier nur etwa 12 Pfund Hanf in einem Tage liefert, muss man sich über die ungeheuren, jährlich zunehmenden Mengen wundern, welche besonders nach England verschifft werden. Da ein Arbeiter bei 12 Pfund täglicher Produktion in 300 Arbeitstagen oder einem Jahr nur etwa $1^1/_2$ Tonnen fertig bringt, so ist zur Erzeugung von 500000 Ballen oder etwa 200000 Tonnen die ununterbrochene Arbeit von 150000 Mann erforderlich. Nicht weniger erstaunlich ist der ausserordentlich niedrige Verdienst dieser Indier, welche für ihre Arbeit die Hälfte des Werthes des Hanfes, also den Werth von 6 Pfund im Tag, d. i. etwa 18 Cents (beinahe 1 Frank) erhalten. Und doch genügt diese jämmerliche Bezahlung für seine und seiner Familie Bedürfnisse.

Keine der in Westindien und Südamerika untersuchten Musa-Arten hat Manillafasern. Die Pisangarten des Festlandes sind für die Bildung der nützlichen Faser in dem Stamme zu wässrig.

Manillahanf findet sehr ausgedehnte Verwendung zu allen Arten von Packstoffen, namentlich aber zu Tauen. Zu letzteren eignet er sich durch seine Länge und ausserordentliche Festigkeit besonders, er hat desshalb in dem Takelwerk der Schiffe zum grossen Theil den Platz unseres Hanfes eingenommen und gelangt hauptsächlich in dieser Form in die Papierfabriken. Er ist von hellgelblicher, dem Esparto ähnlicher Farbe, und seine Fasern gelten als die stärksten, welche der Papierfabrikation zu Gebote stehen.

Eine geringe Menge Manillahanf verleiht sonst schwachen Papieren grössere Festigkeit, und obwohl er für sich allein kaum je in weisses Papier verwandelt wird, theilt man ihn solchem gerne und vielfach zu. In Amerika verarbeitet man ihn, wie Hadern, durch einmaliges Kochen mit 15 bis 25 pCt. Kalk im Drehkessel und Bleichen im Holländer zu Halbstoff. Da er hierdurch nicht völlig weiss wird, bedarf er einer zweiten Bleiche. Anstatt ihn dieserhalb nochmals besonders

zu behandeln, ziehen manche Fabrikanten vor, die erforderliche kleine Menge von Manillahalbzeug den im Holländer befindlichen und für dasselbe Papier bestimmten Hadern vor dem Bleichen zuzusetzen. Es ist zwar theoretisch betrachtet nicht richtig, die starken Manillafasern mit den schwächern Hadern zusammen zu mahlen, die innige Vermischung beider und die Vereinfachung der Fabrikation bieten jedoch genügenden Ersatz für den gemachten Fehler.

Kocht man Manillahanf, wie Stroh, mit Aetznatron anstatt mit Kalk, so wird er bei einmaligem Bleichen schon weiss.

Solange die guten Eigenschaften des Manillahanfs nicht allgemein bekannt waren, verarbeitete man ihn hauptsächlich, ja beinahe ausschliesslich zu Packpapier, welches so beliebt wurde, dass nur Manillapapier als solches verkäuflich war. Das amerikanische Publikum hatte sich in den 60er Jahren dermaassen an das helllederfarbige, feste Manillapapier gewöhnt, dass von den dünnsten spinnwebartigen bis zu den stärksten Deckelsorten kaum ein anderes Packpapier in den Vereinigten Staaten gesehen wurde. Die Zufuhr von Manilla-Tauen und dergl. reichte jedoch hierzu bald nicht mehr aus, und ihr Preis stieg so hoch, dass sie zu billigen Papieren nicht mehr verwendet werden konnten. Man war gezwungen, einen Ersatz dafür zu suchen, und fand ihn in der Jute.

**567. Vorkommen und Bedeutung der Jute.** Jute ist eine fasrige Stengelpflanze von 2 bis $3^1/_2$ m Höhe, welche in Niederungen Ostindiens gezogen wird. Die dazu eingerichteten Felder sind Reispflanzungen sehr ähnlich und werden wie diese mit in rohen Behältern gesammeltem Wasser des schmelzenden Schnees vom Himalayagebirge überschwemmt. Dadurch, dass man den Boden etwa 45 cm hoch mit Wasser bedeckt, ist die Pflanze gegen den tödtlichen Einfluss der tropischen Sonne geschützt und ihr Wachsthum ermöglicht. Sobald sie zur vollen Grösse gediehen ist, wird sie mit der Wurzel ausgerissen oder unmittelbar darüber abgeschnitten, wie Weizen und Roggen, in Bündeln ausgelegt und für den Markt zubereitet. Zunächst wird die Rinde entfernt, dann schneidet man die Wurzeln ab, welche mit den Stengeln ausgerissen wurden, und von den Stengeln selbst werden die harten unteren zum Verspinnen ungeeigneten Enden abgeschnitten und als Jute-Enden *jute butts* in den Handel gebracht. Das Uebrige wird dann nach Länge, Stärke, Feinheit und Glanz der Fasern sortirt. Von der feinsten Sorte, welche aus prächtigen hellen langen Fasern besteht und wie blondes Haar aussieht, wird ein Theil zu *Chignons* und der andere zu den besten schottischen Jutegeweben verwendet. Stoffe für Futter, leichte Röcke und viele andere derartige Waaren werden besonders in Dundee, Schottland, aus Mischungen von feiner Jute, Leinwand und Baumwolle gewebt. Viele derselben werden, obwohl sie Jute enthalten, als reine Leinwand verkauft. Zweite und dritte Sorten werden nach der geringeren Länge Stärke, Feinheit und Farbe der Fasern bestimmt, und einige ostindische Pflanzer und Kaufleute machen sogar 4 Sorten.

Jute und Jute-Enden unterscheiden sich demnach dadurch, dass erstere, die Stengel selbst, mit Ausnahme der dünnen, leicht ablösbaren Rinde ganz aus langen spinnbaren Fasern besteht, während letztere die groben harten Fasern nächst der Wurzel enthalten, welche durch das lange Stehen im Wasser und den nachherigen Einfluss der tropischen Sonne dunklere Farbe angenommen haben.

Unter Jute-Ausschuss *jute rejections* versteht man ein Gemenge aller Arten von Jute, welche nicht mit den drei bessern Sorten versponnen werden können, z. B. feine Jute, welche sich dergestalt verwickelt hat, dass sie nicht anders mehr verkäuflich ist, Stückchen von Jute-Enden u. s. f. Der Ausschuss wird, wie die Enden, zur Anfertigung der gröbsten Matten, von Packtuch und zur Papierfabrikation benutzt und auch gewöhnlich zu demselben Preise verkauft.

Kaffeesäcke und andere Packstoffe, sowie Taue aus Jute wurden Jahre lang von den Papierfabrikanten benutzt, ohne dass Jemand daran dachte, dass man sich vielleicht derselben Faser im Naturzustande bedienen könne. Während all dieser Zeit verlangten sogar die Kaufleute in Calcutta, dass die Pflanzer die als werthlos erachteten 15 bis 30 cm langen Enden sorgfältig aus der ihnen zu liefernden Jute entfernt hielten, bis es einem derselben einfiel, dass die in gebrauchten Kaffeesäcken sehr gut bezahlte Faser wohl auch in anderer Form noch einen Werth haben könne. Die Bedeutung dieser Faser als Papierrohstoff erhellt zur Genüge daraus, dass die Jute-Ernte bis 1875 200000 Ballen zu 400 Pfund d. i. 80 Millionen Pfund Enden *butts* jährlich geliefert hat. Wenn aber auch, wie ein ostindischer Pflanzer dem Verf. versicherte, die Menge von Jute, welche gebaut werden könnte, beinahe unendlich ist, hängt doch der für die Papierfabrikation verwendbare Theil von dem Verbrauch der Jutegewebe ab und ist dadurch begrenzt.

**568. Jute-Packpapier.** Die hauptsächlichste Verwendung fand die Jute zunächst als Ersatz des Manillahanfes bei der Fabrikation von Packpapieren (vergl. Abschn. 566), und man kann wohl sagen, dass neun Zehntheile alles amerikanischen und englischen Manillapapieres in den 70er und 80er Jahren aus Jute bestanden.

In Amerika wird die mit dem Hadernschneider zerkleinerte Jute stets mit 15 bis 30 pCt., in manchen Fabriken sogar mit 50 pCt. Kalk gekocht und, wenn dies im Drehkessel geschieht, soll die Dampfspannung niedrig (nicht über 2 Atmosphären) gehalten werden. Viel Bewegung beim Kochen schadet der Faser; der Kessel soll sich desshalb sehr langsam drehen, und einige Fabrikanten ziehen sogar vor, in stehenden eisernen Bottichen zu kochen. Für Packpapiere von bräunlicher Farbe wird die gekochte Jute in demselben Holländer gewaschen und zu Ganzzeug gemahlen, verlangt man jedoch die hellere Gemsfärbung *chamois, buff*, so muss sie erst gebleicht werden.

Die Art der Bleiche hängt von dem Grad der Weisse ab, welche man dem Papier geben will; mit einer Lösung von 8 bis 12 Pfund Chlorkalk auf 100 Pfund Jute, welche man im Holländer zugiebt, erhält man schon ein sehr helles Papier, welches die eigenthümliche Farbe nur noch in geringem Maasse zeigt. Der gebleichte Halbstoff wird, wie der von Hadern, in Kasten abgelassen und später in Ganzzeug verwandelt.

Obwohl die auf solche Weise behandelte Jute Papier liefert, welches äusserlich kaum von echtem Manillapapier unterschieden werden kann, ist ihre Faser und folglich auch die Waare viel schwächer als die des Manillahanfes. Um Jutepapier auch in Beziehung auf Festigkeit dem aus Manillahanf möglichst nahe zu bringen, muss es viel länger gemahlen werden, und es gilt überhaupt als Regel, es möglichst lange im Ganzholländer zu lassen.

Es ist noch streitig, ob die Siebtisch- oder Cylinderpapiermaschine sich am besten zur Anfertigung von sogenanntem Manillapapier eignet. Manche erfahrene Fabrikanten sind der Ansicht, dass es von Maschinen mit zwei Siebcylindern stärker geliefert werde als von solchen mit Siebtisch. Auf letzterem verfilzen sich die Fasern nach allen Richtungen, während sie sich auf Cylindern hauptsächlich längsweise legen; wenn man sich aber ein auf dem Metalltuche befindliches dickes Papier in zwei Bogen von halber Dicke gespalten denkt, wird der unmittelbar auf dem Siebe liegende Theil viel besser verfilzt sein als der obere. Das auf zwei Cylindern geformte Papier besteht dagegen aus zwei gleich guten Hälften, deren jede etwaige Fehler der andern verdeckt, während ein auf dem Langsiebe befindlicher Fett- oder Lackflecken bei jedem Umlauf des Siebes ein Loch verursacht.

Es ist sehr schwierig, dickes Manillapapier auf dem Siebtisch zu formen, da der Stoff zu lang und fett sein muss, um sich seines Wassers leicht entledigen zu können. Starke Manillapapiere, wie die zu Mehlsäcken benutzten und dergl., werden daher gewöhnlich auf Maschinen mit 2 oder 3 Siebcylindern angefertigt.

Für leichte Sorten, mit Ausnahme der seidenpapierartigen, werden sich die Siebtischmaschinen besser eignen, für mittelstarke mögen jedoch Doppelcylindermaschinen ebenso viele Vortheile bieten. Wenn beide Arten gleich viel und gleich gutes Papier liefern, verdient die Cylindermaschine wegen ihrer geringeren Anschaffungskosten, leichteren Führung und billigeren Unterhaltung den Vorzug (vergl. Abschn. 327).

**569. Jute-Druck- und Schreibpapier.** Da die Jute für bessere Manillapapiere etwas gebleicht wird, lag der Gedanke sehr nahe, sie auch für weisses Papier zu verwenden, aber der ihr eigene röthlichbraune Farbstoff erschwert die Herstellung ganz weissen Papieres ungemein.

Amerikanische Fabrikanten haben Monate lang Versuche im Grossen gemacht, sie haben Jute mit Kalk auf jede erdenkliche Art gekocht, ebenso mit Soda in mässigen Mengen, und nachher mit Chlorkalklösung im Holländer gebleicht. Gleichviel auf welche Art sie gekocht war, die zum Bleichen erforderliche Menge Chlorkalk war stets beinahe dieselbe. Das schliesslich beibehaltene Verfahren bestand desshalb in Kochen mit 20 bis 25 pCt. Kalk und nachherigem Bleichen mit Lösung von etwa 30 Pfund Chlorkalk auf 100 Pfund fertiges Papier. Man versuchte auch das Eisen, woraus die Farbe der Jute grossentheils bestehen soll, nach dem Kochen und Waschen durch ein Bad verdünnter Schwefelsäure auszuziehen und erzielte damit allerdings eine Ersparniss an Chlorkalk, das Papier wurde aber so weich und baumwollartig, dass man die Säure weglassen musste. Die Anwendung höherer Temperatur durch Einleiten von Dampf in den Stoff beim Bleichen wurde jedoch vortheilhaft befunden und beibehalten, da man damit Chlorkalk ersparte. Von dem auf solche Weise dargestellten Halbzeug werden 40 pCt. zu Druckpapier genommen, und falls es aus irgend einer vielleicht unbekannten Ursache nicht weiss genug wird, bleicht man im Ganzholländer nach.

In mehreren schottischen Fabriken dient Jute seit längerer Zeit zur Fabrikation von Druck- und Mittelpapieren aller Art. Die Verfahren, sowie die (1873) von drei Fabrikanten mitgetheilten Zahlen stimmen so genau überein, dass sie als zuverlässig angenommen werden können. Die Jute *jute butts* wird, nachdem sie von dem Hadernschneider zerschnitten ist, genau wie Esparto (Seiten 1211 bis 16) in stehenden eisernen Speikesseln gekocht, bedarf aber nur 10 Pfund kaustischer Soda von 60 pCt. auf den Centner von 112 Pfund. Nach etwa 10 stündigem Kochen wird sie im Holländer gewaschen und mit einer Lösung von 10 bis 12 Pfund Chlorkalk auf 112 Pfund Jute gebleicht.

Schwefelsäure wendet man auch hier nicht an, dagegen wird die bleichende Masse durch Einleiten von Dampf beinahe bis zum Kochen erhitzt. Wird die so gebleichte Jute sofort abgelassen, so kehrt ihre ursprüngliche Farbe in den Abtropfkasten zum Theil wieder zurück. Der Werkführer einer Fabrik war nicht zu bewegen, die Kunst, durch welche er dieses Zurückgehen verhinderte, zu verrathen, ein anderer war aber weniger geheimnissvoll und erklärte, dass die heisse gebleichte Masse vor dem Ablassen mit kaltem Wasser gewaschen und dadurch abgekühlt werden müsse (Vergl. Seite 1152 oben). Alle kommen darin überein, dass die gebleichte Jute so rasch wie möglich verarbeitet werden sollte, da sie durch langes Liegen an Weisse einbüsst. Der nach diesem Verfahren erzeugte Stoff wird vielfach mit einem gleichen Theil Esparto zu Buch- und Schreibpapier verarbeitet oder auch in beliebigen Verhältnissen mit Hadern gemischt.

Das Ergebniss der Jute an weissem Papier wird auf 60 bis 65 pCt. beziffert, von manchen Fabrikanten auch niedriger, es hängt eben auch wie bei andern Rohstoffen von ihrer Beschaffenheit, sowie von der Art der Fabrikation ab. Das beste Papier wurde daraus, nach des Verf.'s Wahrnehmung, bis 1875 in Schottland hergestellt.

Seit Niederschrift des vorstehenden der ersten Ausgabe dieses Buches entnommenen Theils ist ein Verfahren patentirt worden, wonach man die Jute zuerst mit 15 pCt. Aetzkalk 10 Stunden lang bei einem Druck von $1^1/_2$ Atmosphären kocht. Der damit erhaltene Stoff wird in üblicher Weise so entwässert, dass er sich zur Gasbleiche eignet, welcher er etwa 24 Stunden lang unterworfen wird. Zur Erzeugung des für 100 kg Jute erforderlichen Chlorgases sind 7 kg Salzsäure von 20° B. und 20 kg Braunstein von 78 bis 80 pCt. Mangansuperoxyd-Gehalt erforderlich. Die mit Chlorgas oder Chlorkalklösung behandelte Jute wird dann zum Zweck der Beseitigung der Orange-Farbe, die sie beim Bleichen annimmt, mit Wasser gewaschen, welches auf 100 kg Jute 1 kg kaustische Soda enthält. Diese kleine Menge Alkali soll zur Entfernung des Farbstoffes genügen, welcher tiefbraun aus dem Wascher fliesst. Dadurch soll es dann auch möglich sein, den Stoff mit 5 bis 7 kg Chlorkalk auf 100 kg Jute vollkommen weiss zu bleichen. Nach Ansicht von Fachmännern wird die Jute durch das beschriebene zweimalige Bleichen allzusehr geschwächt, aber jedenfalls vertheuern diese verschiedenen Behandlungen den Stoff zu sehr, als dass er noch mit gebleichten Stoffen anderer Herkunft in erfolgreichen Wettbewerb treten könnte.

**570. Bedeutung der Jute.** Ebenso wie die Jute ursprünglich als Ersatz des Manilla-Hanfes diente und Jutepapier zur Täuschung der Verbraucher als Manilla-Papier bezeichnet wurde, wird sie selbst seit Mitte der 80er Jahre durch Holzstoffe verdrängt. Nach Einführung des braunen aus Dämpf-Holzschliff hergestellten Papiers (Seiten 1352 bis 1360) erkannte man bald, dass dasselbe die aus ungebleichter Jute hergestellten sogenannten Manilla-Umschlag-Papiere in vielen Fällen ersetzen könne. Je billiger diese braunen Holzpapiere wurden, desto mehr traten sie anstelle von Jute-Papier.

Seitdem man aus Sulfitzellstoff, mit und ohne Zutheilung von Holzschliff, Papiere erzeugt, die sich äusserlich wenig oder gar nicht von sogen. Manilla-Papier aus Jute unterscheiden, vermindert sich die Verwendung der letzteren immer mehr. Sie muss den neuen Ersatzstoffen weichen, weil diese aus ungenügend verkochtem oder aus ästigem Holz hergestellten Zellstoffe minderer Güte billig zu haben sind und doch feste kräftige Papiere ergeben.

Die Verwendung von Jute zu besseren weissen Papieren war wegen der Schwierigkeiten und Kosten des Bleichens stets beschränkt, vermindert sich aber noch mehr, seitdem sich ziemlich weisse Sulfit-Holzzellstoffe, die durch einfaches Bleichen zu hoher Weisse gebracht werden können, billig erzeugen lassen und reichlich zu haben sind.

# THEIL VIII.

## SCHILFROHR. — SORGHUM-ZUCKERROHR.

**571. Wachsthum und Einbringen von Schilfrohr.** In dem Landstrich, welcher bezeichnend genug *Dismal Swamp* (schrecklicher Sumpf) genannt wird und sich von Norfolk in Virginia bis gegen Wilmington in Nord-Carolina in der Nähe des Meeres hinzieht, sowie auch längs der Flüsse in Nord- und Süd-Carolina und in den Niederungen des Mississippi ist der Boden viele Meilen weit mit einer wildwachsenden Schilfpflanze bedeckt, welche den botanischen Namen *Arundinaria macrosperba* führt. Sie liefert ein etwa 3 bis 4 m hohes beinahe weisses Rohr, welches aus zähen starken Fasern zu bestehen scheint.

Die damit bedeckten Strecken Landes eignen sich wahrscheinlich nicht zum Anbau nützlicherer Pflanzen. Sie sind von so ungeheurer Ausdehnung, dass man den Vorrath für unerschöpflich halten muss, besonders wenn man bedenkt, dass das Rohr nur drei Jahre zum völligen Wachsthum braucht.

Die amerikanische Faser-Gesellschaft *American fibre Co.* unternahm es etwa 1870, diesen Rohstoff mittels eines patentirten Verfahrens für die Papierfabrikation nutzbar zu machen. Die Norfolk Fibre Co. bei Norfolk in Virginia und die Cape Fear Fibre Co. bei Wilmington in Nord-Carolina arbeiteten danach.

Die Fabrik der erstgenannten Gesellschaft, welche Verf. besuchte, lag am Dismal Swamp-Kanal, unweit des Geleises der Norfolk und Weldon Eisenbahn, in gerader Linie etwa 5 engl. Meilen von Norfolk. Das Rohr wurde in den Sümpfen längs des Kanals in derselben Weise wie Mais mit Sicheln geschnitten. Nach Plätzen, wo das Rohr sehr dicht beisammen stand, wurde vom Kanal aus eine Bahn gelegt, welche aus Schwellen und darauf genagelten hölzernen Schienen von 4 Zoll Quadrat bestand. Die Rohre wurden, nachdem ihre Köpfe abgeschnitten waren, gebündelt, auf Rollwagen an den Kanal befördert und auf Flachbooten, welche 150 cords (Klafter) davon tragen konnten, nach der Fabrik gebracht. Die Arbeit des Schneidens und Einbringens, welche von Farbigen (Negern) verrichtet wurde, kostete auf diese Weise nicht mehr als drei Dollar für jede Tonne in der Fabrik abgelieferten Rohrs.

Die Bündel wurden nach dem Landen geöffnet, von allem Unrath befreit und zu festen Päcken von je 1 Fuss Durchmesser vereinigt, welche man wieder auf hölzernen Schienen nach Bedarf in das Kanonenhaus brachte.

**572. Verarbeitung des Schilfrohrs.** Die Zerfaserung erfolgt nach dem Lyman'schen am 3. August 1858 patentirten Verfahren auf folgende Weise: Starke gusseiserne Cylinder, Kanonen *guns* von etwa $6\frac{1}{2}$ m Länge und 30 cm innerem Durchmesser, deren Enden mit schweren Deckeln verschlossen waren, lagen waagrecht auf kräftigem Gestell. Um sie zu füllen, d. i. zu laden, wurden die Deckel am hinteren Ende abgenommen und nach Einschieben so vieler Rohrbündel, als die Kanonen zu fassen imstande waren, wieder verschlossen.

Die Zerfaserung wurde dadurch bewirkt, dass man Dampf von 9 bis 11 Atmosphären Ueberdruck in die Kanone liess, ihn etwa 12 Minuten lang auf dieser von einem Manometer angezeigten Spannung darin erhielt und dann mit einer Vorrichtung, welche man Drücker *trigger* nannte, den die Mündung verschliessenden Deckel plötzlich entfernte. Der Drücker bestand aus einer eisernen Stange, welche unter der Kanone hinlief und, sobald sie von der Ladeseite aus angezogen wurde, die Befestigungen an der Mündung mit einem Ruck löste. Der Deckel fiel sofort auf den dazu hergerichteten weichen Boden, und der Dampf strömte mit solcher Gewalt aus, dass er alles Rohr mit fortriss. Die Poren des Rohrs waren mit Dampf gefüllt, welcher sich bei dem plötzlichen Austritt in die Atmosphäre aufs Heftigste ausdehnte und dadurch eine vollkommene Zerfaserung bewirkte, sodass die ganze Ladung vor der etwa 9 m von der Mündung entfernten Scheibe als eine Masse brauner, zuckerartig riechender Fasern niederfiel.

Die Entladung verursachte einen auf mehrere Meilen hörbaren Knall, wie der Schuss einer grossen Kanone, und einen Luftdruck, der es Jedem unmöglich machte, in demselben Raum aufrecht stehen zu bleiben, ohne sich fest zu halten. Man nimmt an, dass durch die hohe Temperatur des Dampfes die Harz- und Gummitheile gelöst oder zersetzt werden, ehe die Explosion das Rohr zerfasert. Wie aber auch der Vorgang theoretisch erklärt werden mag, die zerfetzende Gewalt der Schüsse ist erstaunlich und wirkt, wie sich aus Versuchen ergeben hat, in gleicher Weise auf Holz und andere Pflanzenstoffe wie auf Schilfrohr.

Die erste Schwierigkeit ward bei der praktischen Ausführung darin gefunden, dass die mit Rohr gefüllte Kanone dem zuströmenden Dampfe nicht Raum genug bot, und man sah sich desshalb genöthigt, einen Dom darauf zu setzen. Nach vielen kostspieligen Versuchen und nachdem zahlreiche Kanonen ins alte Eisen gewandert waren, gelang es, sie mit Aufsätzen zu versehen, welche den Explosionen Stand hielten. Der Dom bestand schliesslich aus einem Cylinder, welcher denselben Durchmesser und dieselbe Stärke, aber nur etwa halbe Länge der Kanone hatte, und dessen T förmiger Ansatz mit einem gleichen Ansatz der Kanone durch Bolzen verbunden war. Er befand sich waagrecht und parallel mit der Kanone über deren hinterem oder Ladungstheil und hatte ausser der zu seiner Verbindung mit der Kanone dienenden Oeffnung nur noch kleinere Ansätze zum Einlass des Dampfes und zur Speisung des Manometers.

Eine Kanone mit einer Ladung von 100 Pfund Rohr konnte in je 15 Minuten abgeschossen werden, bei sechs Kanonen waren die Arbeiter fortwährend mit Füllen beschäftigt. Die vier Kanonen der Norfolk Fibre Co., deren eine von aussergewöhnlicher Grösse war, konnten bei vollem Betrieb 16 bis 24 Tonnen (von 2000 Pfund) in 24 Stunden verarbeiten.

Die erhaltenen Fasern waren trocken, sahen aus wie Werg, und ihre Gewichtsmenge war nur um soviel geringer als die des Rohres, als in Form von Staub und Verunreinigungen verloren ging. Sie wurden mit starken Pressen in Ballen von etwa 320 Pfund gepackt und zu Schiff oder Bahn versandt. Sie lieferten in dieser Gestalt ohne weitere chemische Behandlung starkes schwammiges Papier, welches Flüssigkeiten sehr begierig aufsaugte und sich daher besonders gut zu Dachpappe eignete, die mit Theer getränkt werden muss. Auch zu Pappen, Packpapier und besonders zu Baupapier *building paper* wurden sie, mit andern Stoffen gemischt, vielfach verarbeitet. Man hat auch versucht, sie wie Stroh durch Kochen und Bleichen in weisses Papier zu verwandeln, die grosse Menge von Gerbsäure oder Tannin, welche das Schilfrohr enthält, scheint jedoch das Bleichen zu sehr zu vertheuern, wenigstens wurde noch kein weisser Stoff daraus im Grossen dargestellt, obwohl man es an zahlreichen Versuchen nicht hat fehlen lassen. Da der Transport der Fasern durch den im Verhältniss zu ihrem Gewicht sehr grossen Raum, welchen sie einnehmen, ziemlich kostspielig wird, hatte die Cape Fear Fibre Co., Einrichtungen getroffen, wodurch sie fester zusammengepackt werden konnten. Zu diesem Zweck wurden ihnen zunächst die in Wasser löslichen Bestandtheile durch Waschen in einer Reihe von vier aufeinanderfolgenden holländerartigen mit Walzen versehenen Trögen entzogen. Die gewaschenen Fasern wurden auf einem Zufuhrtisch aus Metalltuch durch mehrere Paare eiserner Walzen geführt, deren letztes mit Kautschuk überzogen war. Diese pressten alles durch Druck entfernbare Wasser aus und lieferten die Fasern in dicken Bogen ab. Infolge der Ausscheidung des löslichen Gummis und aller Verunreinigungen nahmen die Fasern in dieser Form um ein Dritttheil weniger Raum ein als im ursprünglichen Zustande.

Um sie zu trocknen, verzupfte man die Bogen so weit, dass sie auf den Zuführtisch eines Wolfes geworfen werden konnten, welcher sie zerfetzt auf ein anderes zum Trocknen dienendes endloses Tuch ablieferte. Das Trockenhaus war 21 m lang und von vier nebeneinanderliegenden Dampfröhren geheizt, über welche das Führungstuch langsam hinzog. Es brauchte zu diesem Wege 20 Minuten, die Fasern langten trocken am Ende an und konnten mit einer Heupresse in Ballen von 500 Pfund verpackt werden.

Trotz der unbestrittenen Brauchbarkeit der Faser und des geringen Preises des Rohstoffes hatten die Gesellschaften, welche sich mit dessen Ausbeutung befassten, 1873 noch kein Geld verdient. Die Hauptursache des finanziellen Misserfolgs war wohl in den grossen Kosten der ersten Einrichtungen und Versuche zu finden, es ist aber auch möglich, das die Explosionen Brüche verursachen, wenn sie so rasch aufeinander folgen, wie es ein geregelter Betrieb erfordert. Häufige Betriebsstörungen und Ausbesserungen können Unternehmungen in Frage stellen, welche unter sonst günstigen Verhältnissen gegründet sind.

Es scheint jetzt (1896), dass die Fabriken eingegangen sind, da keinerlei Nachricht über dieselben mehr in die Oeffentlichkeit drang. Der aus dem Rohr erzielte Stoff war wahrscheinlich zu geringwerthig, um genügenden Ausgleich für die grossen Anlage-, Fabrikations- und Versendungskosten zu bieten.

**573. Bambus.** Die Chinesen streifen vom Bambus zuerst die Blätter ab, spalten ihn in Stücke von etwa 1 m Länge, die sie in grossen Behältern lagenweise mit Kalk bedecken und mit soviel Wasser begiessen, dass es über der höchsten Lage steht. Nach 3 bis 4 Monaten solchen Zustandes ist er gefault, wird im Mörser zerstossen, gereinigt und mit reinem Wasser vermischt. Aus diesem Stoff kann ein geschickter chinesischer Arbeiter mit einem viereckigen Bambussieb 6 Bogen in der Minute schöpfen, die auf eine mässig heisse Wand gelegt und an der Sonne fertig getrocknet werden.

Die guten aus Bambus hergestellten Papiere, sowie die Schnelligkeit und Ueppigkeit, mit der Bambus in allen tropischen Ländern wächst, veranlassten Herrn Th. Routledge, der Espartogras mit grossem Erfolg in England eingeführt hatte (s. S. 1219), auch die Verarbeitung des Bambus zu versuchen. Er wollte jedoch nur junge grüne Stämme benutzen, aus denen man mit schwacher alkalischer Lauge in ähnlicher Weise wie aus Espartogras Papierstoff gewinnen kann, während ausgewachsene Bambusrohre durch ihren Kieselgehalt und grosse Härte die Auflösung erschweren und zu kostspielig gestalten. Es gelang ihm auch Ende der 70er Jahre, eine Aktien-Gesellschaft zu gründen, welche auf Jamaica eine Bambuspflanzung anlegte und die jungen Pflanzen an Ort und Stelle in Papierstoff verwandelte, der nach England verkauft wurde.

Die Gesellschaft ging aber zu Grunde, das in dem Unternehmen angelegte Geld wurde verloren, und seitdem ist kein ähnlicher Versuch gemacht worden.

Will man jungen Bambus unverarbeitet versenden, so muss er vorher von seinem grossen Wassergehalt durch Auspressen möglichst befreit werden. Solcher gepresste Bambus kostete 1885 in London etwa 8 bis 9 Lstr. die Tonne, also etwa 16 M. die 100 kg. Dieser Preis zeigt schon, dass Bambus, selbst bei ermässigtem Preise, gegen Holz und daraus gewonnenen Sulfitstoff nicht aufkommen kann.

**574. Sorghum-Zuckerrohr.** Von den Zucker liefernden Pflanzen hat *Sorghum saccharatum* besondere Bedeutung dadurch, dass es in gemässigtem Klima gedeiht und es dessen Bewohnern möglich macht, ihren Zucker selbst zu erzeugen. In Mittel- und Süd-Europa, sowie in den meisten Staaten der amerikanischen Union kann es leicht gezogen werden, und in den letzteren ist es ziemlich heimisch geworden. Viele Farmer pflanzen gerade soviel davon, als sie brauchen, um für ein oder mehrere Jahre den in ihrem Haushalt nöthigen Sirup daraus zu gewinnen, andere auch etwas mehr. Sobald die 3 bis 4 m hohen Rohre gereift sind, werden sie nahe dem Boden abgeschnitten und in die Sorghum-Mühle gebracht, wo in Pressen der zuckerhaltige Saft ausgetrieben und durch Abdampfen verdichtet wird.

Mit der Zuckerbereitung hat die Papierfabrikation nichts zu thun, für sie ist nur der nach dem Auspressen übrige Theil der Pflanze von Interesse, welcher, da er nicht als Viehfutter zu brauchen ist, weder für den Farmer noch den Müller Werth hat und nicht selten sehr lästig wird, da er viel Raum in Anspruch nimmt. Käufer für das ausgepresste Rohr, die *bagasse,* sind desshalb sehr willkommen, doch muss man sich hüten, es in feuchtem Zustand anzunehmen. Soll es zur Papierfabrikation tauglich sein, so muss es, wie Heu, in der Sonne ausgebreitet und mehrmals gewendet werden, bis es ganz trocken ist. Wenn es von Regen genässt und nicht bald getrocknet wird, oder auch wenn es ungetrocknet in Haufen liegen bleibt, färbt es sich dunkel und an manchen Stellen beinahe schwarz wie verfaultes Stroh, und wie dieses verdirbt es dann auch die guten Theile bei der Fabrikation. Je weisser und trockener das ausgepresste Sorghumrohr ist, desto besser lässt es sich verarbeiten. Ebenso ist es um so tauglicher, je stärkerem Druck es in den Pressen ausgesetzt war, nicht nur weil es umsomehr von Saft befreit, sondern auch, weil die Hülle mehr zerbrochen und das innere Mark mehr gelockert wird.

Das innere Mark, eine weisse, leichte Masse, enthält keinen Faserstoff und sollte womöglich gänzlich von dem Rohr getrennt werden, ehe man es kocht. Je stärkerer und häufigerer Behandlung die Pflanze in der Mühle unterworfen wird, desto mehr Mark verliert sie, ehe sie in

die Papierfabrik gelangt, und wenn man sie dort noch auf einem Strohschneider zerkleinert und durch eine Reinigungsmaschine gehen lässt, bleibt wenig anderes als die feste Rohrmasse übrig.

Wie andere kieselsäurehaltige Rohrpflanzen wird auch diese mit Aetznatron gekocht, gewaschen, mit Chlorkalklösung gebleicht und liefert sehr weissen, baumwollartigen Stoff. Der Verf. hat 1867 bis 1871 in der Public Ledger Papierfabrik bei Elkton in Maryland mehrere hundert Tonnen Sorghumrohr mit denselben Einrichtungen wie Stroh zu weissem Papier verarbeitet und gefunden, dass es einer grösseren Menge Aetznatron zum Kochen bedarf, dafür aber auch mehr und namentlich weichern Stoff als Stroh liefert. In Bedarf an Chemikalien, Faserergebniss und Güte des Stoffes steht es etwa zwischen Esparto und Stroh, doch hängt dies, wie oben gesagt, in hohem Grade von dem Zustand ab, in dem es zur Verarbeitung gelangt.

Sorghum-Rohr gedeiht nur in gutem Boden und bei aufmerksamer Pflege, der Landbesitzer wird es desshalb nicht bauen, solange andere Erzeugnisse mehr Vortheil bieten. Das ausgequetschte Rohr erfordert noch besondere Behandlung, ehe es verkäuflich ist, hat aber für den Papierfabrikanten keinen viel höhern Werth als Stroh. Seine Verwendung bei der Papierfabrikation verdient desshalb geringe Beachtung, wenn es sich darum handelt, zu bestimmen, ob der Sorghumbau zu empfehlen ist. Das Zuckerergebniss und die Zuckerpreise werden stets für den Landwirth maassgebend sein. Der Papierfabrikant muss auf das Rohr verzichten, wenn er es nicht als Abfall kaufen kann.

Es ist auch dann noch fraglich, ob Sorghum oder anderes Zuckerrohr mit Holz in Wettbewerb treten kann, weil es sich, infolge seines Kieselsäure-Gehalts, ebensowenig wie andere Rohrpflanzen mit Sulfitlauge aufschliessen lässt.

**575. Adansonia.** Adansonia-Faser ist die innere Rinde, d. h. der Bast des Baobab (Adansonia digitata L.) oder Affenbrodbaumes, der zwischen den Wendekreisen, hauptsächlich in Westafrika, am Senegal und in Abessynien angetroffen wird. Die nach Deutschland eingeführte Adansonia wird von der *Nieuwe Afrikaanschen Handels Vennotschap* meist in der portugiesischen Provinz Angola (Westküste Afrika) südlich vom Kongo, besonders am Quanzaflusse, gewonnen.

Der Baobab gedeiht sowohl in feuchtem, sumpfigen, als auch in trockenem Boden, an Flussufern, wie auf Hochebenen. Die Stämme sind nur ausnahmsweise über 6 m hoch, erreichen aber mitunter bedeutenden Umfang, bis zu 8 m Durchmesser.

Die äussere Haut oder Rinde hat ihrer grossen Härte wegen keinen Werth und wird weggeworfen. Nach Entfernung der äussern Schicht löst man die innere Rinde, den Bast, ungefähr $^1/_2$ m vom obern Ende des Stammes anfangend, bis auf etwa 1 m vom Erdboden, jedoch nicht tiefer als etwa 2 cm, und reisst ihn in Streifen von 1 bis $1^1/_2$ m Länge ab. Die frisch abgeschälten Baststreifen werden etwa 14 Tage an der Sonne getrocknet und sind dann versandtfähig. Der Baum leidet durch diese Behandlung nicht, da sich schon nach 2 Jahren eine neue, etwa 1 cm dicke Schicht der Faser gebildet hat. Man lässt aber den Bäumen 4 Jahre Ruhe, um die Streifen in ursprünglicher Dicke zu erhalten.

Wegen der Festigkeit der Adansonia-Rinde ist die Gewinnung sehr schwer und nicht lohnend und wird desshalb nur von den ärmern Eingeborenen betrieben, obwohl sie Jedem freisteht. Sie kann auch nur in Gegenden mit Nutzen gesammelt werden, wo es direkte Wasserverbindung mit der Küste giebt, weil der dafür erhältliche Preis den Trag- oder Fuhrlohn nicht zulässt.

Die Handels-Faktoreien sammeln die Faser in kleinen Mengen, bis genug vorräthig ist. Dann werden Päcke von etwa 200 kg unter Druck daraus hergestellt, mit eisernen Reifen versehen und gelangen zur Verladung nach Europa. Die durch Sammeln, Trocknen, Befördern, Einlagern und Pressen entstehenden Kosten sind so hoch, dass 100 kg davon ab Rotterdam zu Anfang der 90er Jahre

mit 20 M. bezahlt wurden. Der Preis kann hochgehalten werden, weil (1895) nur kleine Mengen kommen, und die Nachfrage das Angebot überwiegt.

Bei der Verarbeitung werden die Faserstreifen wie Taue auf einem kräftigen Lumpenschneider oder mit dem Handbeil in 3 bis 4 cm lange Stücke geschnitten und unter Anwendung von etwa $3^1/_2$ pCt. kaustischer Soda (Aetznatron) etwa 10 Stunden bei 3 bis $3^1/_2$ Atmosphären Druck gekocht. Die Faserstückchen lassen sich, wenn sie gar gekocht sind, mit Fingerdruck auseinander pressen und in der Querrichtung auseinander ziehen, die Faserbündel machen dann den Eindruck aufeinander liegender weitmaschiger Gewebe. Bei Anwendung von etwa 15 proz. Aetzkalklösung erschienen nach 6 bis 7 stündiger Kochzeit die Stücke vollständig aufgeweicht, aber die Markstrahlen trennten sich nur schwer von den Fasern, sodass der Stoff nach dem Mahlen im Holländer voll kleiner dunkler Punkte war. Um dieselben zu entfernen, wurde ein zweites Mal mit 20 proz. Aetzkalklösung gekocht. Die Baststücke wurden hierdurch zwar vollständig aufgelöst, die kleinen Markstückchen blieben aber immer noch im Stoffe zurück, und weil sie noch dunkler gefärbt waren als das erste Mal, verunreinigten sie den Stoff mehr als zuvór.

Weitere Versuche, welche namentlich auf ein Zerdrücken der Stückchen im Kollergang gerichtet waren, worauf das Waschen im Holländer wesentlich bessere Wirkung hatte, führten etwas näher zum Ziele; doch gelang es nicht, völlig reinen Stoff herzustellen. Es ist darauf zu achten, dass der Kocher vor Anlassen des Dampfes genügend Wasser enthält, da durch Berührung mit direktem Dampf die Faser dunkler wird. Die gekochte Faser darf nicht lange lagern, sondern muss möglichst schnell verarbeitet werden, weil leicht Gährung eintritt, und der Stoff dadurch seine Festigkeit verliert.

Der Stoff wäscht sich im Holländer etwas langsam, weil der in der Faser enthaltene Pflanzenschleim die Waschtrommelüberzüge leicht verstopft; letztere sollten daher dann und wann durch Draufhalten einer Bürste gereinigt werden. Das Waschen muss mit reichlichem Wasser erfolgen, und die Holländerwalze soll währenddessen etwas bürsten. Das Mahlen und Bleichen der Faser vollzieht sich wie bei Jute, Manillahanf und anderen verwandten Stoffen. Der Faserverlust beträgt je nach Behandlung etwa 50 bis 60 pCt., d. h. man erhält aus 100 kg 40 bis 50 kg Papier.

Adansonia wird in der Hauptsache zu besonders festen Packpapieren, Kartons, Schmirgelrohpapieren usw. benutzt und an Festigkeit nur von der Faser der japanischen Maulbeerstaude übertroffen, soweit Fasern in Betracht kommen, die in der Papierfabrikation verwendet werden. Papiere mit Zusatz von Adansonia zeigen nicht nur grosse Festigkeit, sondern auch einen filzigen Riss, wie man ihn sonst nur bei japanischen Papieren kennt. Die Fasern weisen unter dem Mikroskop so eigenthümliche Merkmale auf, dass sie mit anderen nicht verwechselt werden können.

Zu Schreib- oder Zeichenpapieren eignet sich die Faser nicht, da die ihr anhaftenden Theile der äussern Rinde sich in der Fabrikation durch die oben erwähnten schwarzen Flecken bemerkbar machen, welche bei Packpapieren kaum auffallen, aber bei feineren Sorten sehr stören.

**576. Torf.** Die ungeheuren Flächen, welche in Deutschland mit Torfmoor bedeckt sind, haben schon viele erfinderische Köpfe veranlasst, Verwerthung für Torf zu suchen. Unter Schaeffers Proben findet sich schon 1765 aus bairischem Torf hergestelltes Papier (s. Seiten 1049/50). In der Mitte der 80 er Jahre wurden

mehrere deutsche Patente für Einrichtungen ertheilt, mit denen das im Torf enthaltene Riedgras, welches die besten Fasern hat, von dem weichen Moos und dem brockeligen Müll getrennt werden soll. Es wurden auch Anlagen zur Erzeugung von Packpapier und Pappen aus diesen Stoffen errichtet, doch scheinen dieselben nicht mit Erfolg gearbeitet zu haben, da es allmälig wieder still davon geworden ist und Torfpapiere und -Pappen auf dem Markt nicht mehr vorkommen.

In England hat sich 1895 eine Aktien-Gesellschaft mit 225 000 Lstr. Aktienkapital gebildet, *The Moss Litter and Peat Industries Limited*, welche neben anderen Erzeugnissen auch Papierstoff aus Torf herzustellen beabsichtigte. Die Gründer wollten ein Verfahren zum Bleichen der Torffasern herausgefunden haben. Die Gesellschaft hatte 1757 acres Torfland und 43 Patente in verschiedenen Ländern übernommen, löste sich aber 1896 wieder auf.

Wenn auch der im Felde liegende Torf nichts kostet, so verursacht doch das Stechen, Trocknen und die Beförderung nach der Verarbeitungs-Anlage erhebliche Kosten, und auch dann muss erst durch Betrieb kostspieliger Einrichtungen die Papierfaser daraus gewonnen werden. Da die Menge dieser Fasern im Verhältniss zu den bewegten Torfmengen nicht gross ist, so werden sie durch all diese Gewinnungsarbeiten ziemlich theuer, falls sich Müll und Moos nicht gut verwerthen lassen und die Kosten decken.

Die so mühsam gewonnenen Fasern haben die dunkle Farbe des Torfes und eignen sich schon desshalb nur zu geringen Papieren und Pappen. Ausserdem haben sie keine erhebliche Festigkeit, bilden also einen Rohstoff, der im Vergleich mit anderen nur geringen Werth hat. Bei einem der ausgeführten Verfahren wurde dem auf Kollergang und im Holländer zermahlenen Riedgras das abgetrennte Torfmoos als Füllstoff zugesetzt. Durch diesen Zusatz wurde jedoch das Papier schwammig weich und eignete sich nicht mehr zu Verpackungszwecken. Der Stoff eignet sich besser für solche Pappen, von denen keine grosse Faserfestigkeit verlangt wird, darf aber dann auch nicht mehr kosten als Stroh, Holzschliff und altes Papier, mit denen er in Wettbewerb treten muss.

Es ist möglich, dass durch theilweise Zutheilung von Torffasern zu anderen Stoffen Papiere geschaffen werden, die durch Eigenart und besondere Eigenschaften Absatz erlangen. Sieht man jedoch von dieser ungewissen Möglichkeit ab, so erscheint es nicht wahrscheinlich, dass Torf die jetzt zur Massen-Erzeugung dienenden Rohstoffe ersetzen kann.

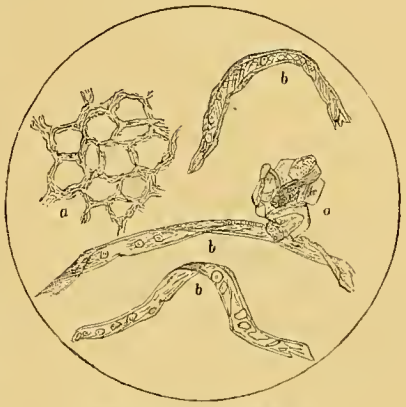
**577. Kartoffelpülpe und andere Rohstoffe.** In Brennereien und Stärkefabriken ergeben sich häufig solche Mengen von Pülpe, d. h. von Rückständen der Kartoffel, denen das Stärkemehl entzogen ist, dass sie als Viehfutter keine völlige Verwendung finden. In den meisten Fällen ist das Fleisch der Kartoffel mit Schaalen vermischt und wird ohne weitere Trennung verarbeitet, da die geringen Papiere, denen die Pülpe zugetheilt wird, keinen grossen Kostenaufwand ertragen können. Da die Pülpe keine verfilzungsfähigen Fasern enthält, so kann sie allein kein Papier liefern, sondern nur in Gewirre aus Fasern anderer Stoffe eingelagert werden, ist also als Füllstoff anzusehen. Als solcher kann sie manchen Sorten in Mengen von 25 bis 75 pCt. beigemischt werden. Anderen Füllstoffen gegenüber hat sie den Nachtheil, dass sie die Entwässerung des Stoffes auf dem Sieb der Papiermaschine erschwert, und dass das daraus angefertigte Papier langsam getrocknet

werden muss. Auch das Glätten, ohne welches das Papier sehr unansehnlich ist, macht grosse Schwierigkeiten, ist aber unvermeidlich, da es demselben erst eine eigene Art von Zähigkeit verleiht.

Das granitartige Aussehen solcher Papiere macht es für viele Zwecke ungeeignet, weil das darauf Geschriebene schwer lesbar wird.

In der amtlichen Versuchs-Anstalt zu Charlottenburg wurde, wie der Vorsteher W. Herzberg in Nr. 71 der Papier-Zeitung von 1892 mittheilte, ein zum Theil aus Pülpe hergestelltes Papier untersucht. Es war Packpapier, welches durch die Rindenbestandtheile der Kartoffel schönes, granitähnliches Aussehen erhalten hatte, und bestand zum grössten Theil aus Holzzellstoff unter Zusatz von Pülpe und etwas Kaolin. Der Gehalt an Pülpe betrug nach Abschätzung des mikroskopischen Bildes etwa 30 bis 40 pCt. Die Festigkeit des Papiers war sehr gering, da die mittlere Reisslänge nur 2,03 km, die mittlere Bruchdehnung nur 1,1 pCt. und der Widerstand gegen Zerknittern und Reiben mit »mittelmässig« beurtheilt war.

Fig. 1647.




*a* = *Kartoffelzellgewebe.*
*b* = *Holzzellstofffasern.*

Das mikroskopische Bild eines mit Kartoffelzellgewebe versetzten Papiers ist sehr eigenartig. Die Kolonieen vielseitiger Zellen aus dem Kartoffelfleisch heben sich aus dem Bilde leicht erkennbar ab, besonders diejenigen, welche aus der Schale stammen und daher sehr dickwandig und in Jod-Jodkaliumlösung bräunlich gefärbt erscheinen. Die aus dem Innern der Kartoffeln stammenden Zellen, die Träger der Stärke, unterscheiden sich von den äusseren durch wesentlich dünnere und farblose Zellwände. Fig. 1647 zeigt ein mikroskopisches Bild der in der Präparirflüssigkeit schwimmenden Theile des besprochenen Papiers.

Der Verf. wurde Ende der 80er Jahre um Rath zur Errichtung einer Fabrik, welche Pappen aus Pülpe erzeugen sollte, angegangen, konnte aber nur abmahnen. Die Fabrik wurde dennoch gebaut, aber deren Einrichtung schon 1890 öffentlich zum Verkauf ausgeboten. Die Pappe, mit deren Herstellung man sich mehrere Jahre abgequält hatte, war brüchig, ohne Festigkeit, konnte wahrscheinlich schwer Absatz finden und die Kosten der Erzeugung nicht decken, noch weniger einen Nutzen oder Gegenwerth für die Pülpe liefern.

Lumpen und andere Rohstoffe machen nur etwa 20 pCt. des Herstellungspreises von Papier oder Pappe aus, während sich die Kosten der Erhaltung und Verzinsung der Anlage, Arbeitslöhne, Bleiche, Leim, Farbe usw. auf etwa 80 pCt. belaufen. Ein Rohstoff, wenn er auch garnichts kostet, kann desshalb doch noch zu theuer sein, wenn sich daraus kein gutes Papier herstellen lässt.

Letztere Erfahrung gilt für viele von Unkundigen empfohlene Rohstoffe. Die Natur bietet in beinahe allen Pflanzen Fasern, aus denen man Papier machen kann. Nur wenig Pflanzen lassen sich aber zu allen Zeiten billig in solchen Mengen beschaffen, liefern genügende Ausbeute und ergeben so weisses festes Papier, dass sie mit den längst bekannten in Wettbewerb treten können.

# FÜNFTES KAPITEL.

FABRIKATION BESONDERER ARTEN VON PAPIER UND PAPPEN.

## THEIL I.

WERTHZEICHEN-PAPIER.

**578. Papiergeld.** Papier, welches als Geld in Umlauf ist, muss stark und zähe genug sein, um bei der vielfachen, manchmal sehr rauhen Hantierung nicht rasch zu Grunde zu gehen. Es muss auch sehr gleichmässig gefilzt, rein und klar sein, um die Wasserzeichen und die aufgedruckte Schrift deutlich erscheinen zu lassen.

Die Gestalt des Wasserzeichens verzieht sich etwas bei dem auf der Maschine gemachten Papiere, weil es während des Trocknens nur längsweise, aber nicht quer herüber gespannt ist und desshalb in einer Richtung mehr eingeht als in der andern. Die Verziehung hat jedoch bei gleichmässiger Fabrikation nichts zu bedeuten, da sie stets dieselbe sein wird. Handpapier ist frei von diesem Fehler und diente bis 1878 in Europa ausschliesslich zu Papiergeld. Die Noten der Bank von England z. B. werden auch jetzt (1896) noch aus besten weissen leinenen Hadern in einer Fabrik in Hampshire in Bogen angefertigt, welche in zwei Theile zerschnitten werden müssen. Infolgedessen haben sie stets drei rauhe Ränder und einen glatten.

Handpapier kann mit verhältnissmässig billigen und einfachen Einrichtungen hergestellt werden, und es ist desshalb nicht unmöglich, es im Geheimen zu fabriziren. Falsche englische Banknoten sind schon von solcher Ausführung in den Verkehr gekommen, dass sie nicht nur vom Publikum, sondern auch von Sachverständigen für echt gehalten wurden. Die Noten der Bank von England werden, wenn sie an die Bank zurückgelangen, nicht wieder ausgegeben, sondern durch neue ersetzt. Die englischen Banknoten sind desshalb meist sehr rein und lassen Wasserzeichen und Druck deutlich erkennen, während die Noten anderer Staaten häufig in Umlauf bleiben, bis sie schmutzig und abgenutzt sind.

Seitdem überdies die feinsten Kupferstiche mit Hilfe der Photographie wiedergegeben werden können, ist es immer schwieriger geworden, Fälschungen zu verhindern.

**579. Papier mit lokalisirten Fasern.** Die Regierung der Vereinigten Staaten von Amerika hat 1868/9 unter vielen vorgeschlagenen Verfahren das von dem Papierfabrikanten James M. Willcox patentirte gewählt und liess danach bis Ende der 80er Jahre sämmtliches Papier für ihre Werthzeichen, d. s. Bonds und Kassenscheine, fabriziren. Die den Herren J. M. Willcox & Sons gehörige Fabrik Glen mills bei West Chester in Pennsylvania war dafür eingerichtet. Die besten leinenen, zum Theil von Europa eingeführten Hadern dienten als Rohstoff, sie wurden »lang« gemahlen, auf einer Maschine von 62 Zoll Metalltuchbreite gefilzt und langsam getrocknet. Dem Ganzzeug wurden vor dem Ablassen im Holländer kurze Stückchen feiner rother Fasern zugemischt, und es wurde auf das Metalltuch geleitet, ohne durch einen Knotenfang zu gehen, welcher die Fäden zurückhalten könnte. Durch enge über dem Metalltuch angebrachte Röhrchen fiel ein Regen kurzer blauer mit blauem Stoff gemischter Fasern streifenweise auf die obere Seite des sich bildenden Papiers und wurde darin tief genug gebettet, um nicht mehr abzufallen, aber doch nicht zu tief, um nicht mehr deutlich hervorzutreten.

Das so hergestellte Papiergeld zeigt daher rothe, durch seine ganze Masse vertheilte Fasern und an einer ganz bestimmten Stelle der Vorderseite einen Streifen, der aussieht, als ob er aus unregelmässigen blauen Federstrichen bestände. Das ungeübteste Auge kann auf den ersten Blick die An- oder Abwesenheit der lokalisirten Fasern bemerken, die in einem an bestimmter Stelle über eine Seite laufenden blauen Streifen unregelmässig durcheinander liegen.

Der ungebildete Mann aus dem Volke kann sich überzeugen, ob die blauen Fasern nur aufgedruckt oder körperlich eingebettet sind, wenn er eine derselben mit einer Stecknadel oder anderem spitzen Instrument auszuheben sucht. Aus echten Scheinen wird er ohne Schwierigkeit eine der lokalisirten Fasern entfernen. Papier dieser Art lässt sich auf der Papiermaschine rasch in grosser Menge erzeugen und kann mit Wasserzeichen, kunstvollem Druck usw. versehen werden. Tüchtigen Papiertechnikern ist es zwar gelungen, einzelne geschöpfte Blätter mit Streifen eingebetteter Fasern zu versehen, aber Fälschern stehen, wenn sie auch Büttenpapier herstellen können, weder solche Techniker noch deren Hilfsmittel zur Verfügung. Die Anfertigung auf der Papiermaschine erscheint für Fälscher ganz ausgeschlossen, da dieselbe viele Hilfskräfte und kostspielige Anlagen erfordert, und sie bietet gerade dadurch grössere Sicherheit als die von Büttenpapier irgend welcher Art. Damit die Fälscher verhindert werden, das Papier zu stehlen, muss dessen Fabrikation sorgfältig überwacht werden, und dies geschah in der Willcox'schen Fabrik Glen Falls durch 12 Regierungsbeamte, welche die Fabrik Tag und Nacht bewachten, die angefertigten Bogen zählten und versandten. Der Besitzer der Fabrik und Erfinder des Papiers mit lokalisirten Fasern James M. Willcox gab 1890 die Fabrikation von Papier auf und starb im Oktober 1895.

Nachdem Papiergeld dieser Art 5 Jahre lang in Gebrauch gewesen war, sagte Senator Boutwell, der dasselbe als früherer Finanzminister der Ver. Staaten eingeführt hatte, am 10. Juni 1874 vor der Kongress-Kommission für Banken und Papiergeld aus, dass noch keine Fälschung einer Note von 1 oder mehr Dollar versucht worden sei. Nur zwei Fälschungen der kleinen (nach dem Secessionskriege ausgegebenen) 10 und 50 Cents-Noten seien vorgekommen. Auf diesen waren die lokalisirten Fasern durch lithographisch aufgedruckte Striche dargestellt, die sich aber bei so kleinen und anscheinend infolge langen Umlaufs schmutzigen Scheinen der genauen Beobachtung umsomehr entzogen, als dieselben von den Kupferstechern, die ihre Kunst

zeigen wollten, zu voll bedruckt waren. Herr Boutwell sprach sich dahin aus, dass die lokalisirten Fasern die beste und mehr Sicherheit gegen Fälschung böten als Aufdruck und Wasserzeichen, und dass man desshalb die Seite des Papiers beinahe unbedruckt lassen solle, auf welcher dieselben liegen, damit sie auch bei abgenutzten Scheinen deutlich in die Augen fallen. Wasserzeichen böten keine erhebliche Sicherheit, weil nur die Dicke des Papiers an den hell erscheinenden Stellen vermindert sei, welches auch bei starker Abnutzung entlang den Rändern des Wasserzeichens leicht breche.

Da in den Ver. Staaten, welche früher als Hauptsitz der Fälscher gelten konnten, seit vielen Jahren keine erfolgreichen Fälschungen des Papiergelds vorgekommen waren, hielt man letzteres sogar für zuverlässiger als Hartgeld, bei welchem häufiger falsche Stücke in Umlauf waren. Die Regierung des Deutschen Reichs trat desshalb 1876/7 mit dem Verfasser dieses Buches in Verhandlung, welcher von Herrn Willcox damit betraut war, das Verfahren der Herstellung seines Papiers in Europa einzuführen. Nachdem der Reichskommissar der Weltausstellung zu Philadelphia Geh. Reg.-Rath Prof. Reuleaux dasselbe in Amerika eingehend geprüft hatte, wurde 1877 auf Befehl des Reichskanzlers Fürsten Bismarck von dem Direktor der damaligen Preussischen, jetzt Reichsdruckerei Geh. Ober Reg.-Rath Busse mit dem Verf. ein Kaufvertrag abgeschlossen. Auf Grund desselben wurden die zur Herstellung von Papier mit lokalisirten Fasern nöthigen Einrichtungen in der Papier-Fabrik der Herren Gebrüder Ebart in Spechthausen bei Eberswalde aufgestellt und 1878 in Betrieb gesetzt. Bei Verwendung des so fabrizirten Papiers zu Reichskassenscheinen wurde die Wahrnehmung gemacht, dass sich das Papier ebenso gut und fein bedrucken liess, als wenn keine lokalisirten Fasern darin wären, dass man also alle Künste der Kupferstecher zu weiterer Sicherheit anwenden könne. Bei den Reichskassenscheinen von 5, 20 und 50 M. sind die blauen Stoffstreifen, welche die lokalisirten Fasern enthalten, an unbedruckter Stelle der Rückseite so angebracht, dass sie deutlich hervortreten.

Nachdem das deutsche Papiergeld in den lokalisirten Fasern, gegenüber den versuchten Fälschungen, vortrefflichen Schutz gefunden hatte, entschloss sich auch die Reichsbank, dasselbe zu ihren Noten von 100 und mehr Mark zu verwenden, sodass es seitdem zu allem Reichspapiergeld dient.

Ende der 80er Jahre gelang es der Firma Z. & W. M. Crane in Dalton in Massachussetts vom Kongress der Ver. Staaten den Auftrag zur Anfertigung des zu Papiergeld erforderlichen Papiers nach einem ihr patentirten Verfahren zu erhalten. Dieses neue Papier hatte quer durch jede Note laufende Fäden, nutzte sich an den Stellen, wo die Fäden lagen, rasch ab, brach dort durch und wurde auch mit Erfolg nachgemacht. Der Kongress beschloss desshalb, dass das Papier wieder mit den bewährten lokalisirten Fasern versehen werden solle, aber die Firma Crane erhielt den Auftrag, es zu liefern.

Der seitdem gestorbene Erfinder Willcox hatte den Gedanken gefasst, dass alle Regierungen sein Papier anwenden sollten, damit sie gleiches Interesse daran hätten, dessen Anfertigung durch Unbefugte, Verkauf usw. zu hindern. Verf. bot desshalb das Verfahren in seinem Auftrag den meisten europäischen Regierungen an, brachte es aber zu keinem weitern Abschluss.

Da jedes menschliche Erzeugniss möglicherweise von anderen Menschen auch hergestellt werden kann, so darf man keine absolute Sicherheit erwarten, sondern nur solchen Schutz, wie ihn Papier mit lokalisirten Fasern nach bisheriger (1896) Erfahrung bietet. Zahlreiche Patente sind auf Papier mit eingearbeiteten Fäden u. dergl. ertheilt, doch hat kein Verfahren dieselbe ausgedehnte Anwendung wie das Willcoxsche gefunden und sich auf beiden Seiten des Ozeans so andauernd bewährt.

**580. Werth- und Sicherheitspapiere.** Neben den als Geld in Umlauf befindlichen Staats- und Banknoten giebt es viele Anleihe-Papiere von Staaten, Gemeinden und Gesellschaften, Aktien, Obligationen usw., die bedeutende Werthe darstellen und desshalb nicht nur möglichst gut gearbeitet, sondern auch gegen Fälschung gesichert sein sollten. Fälschungen sind zwar bisher überwiegend auf Papiergeld gerichtet, weil sich dies leichter ausgeben lässt als grössere Schuldverschreibungen, könnten aber bei anderen Werthpapieren häufiger werden, wenn sich Papiergeld allzu schwer nachbilden lässt, während Werthpapiere durch ihre alltägliche Beschaffenheit hierzu ermuntern. Dies gilt besonders für Zinsabschnitte (Kupons) die häufig im Geschäfts- und Kleinverkehr als Geld umlaufen und meistens keiner eingehenden Prüfung unterzogen werden. In den Vereinigten Staaten von Amerika, welche durch ihre Ausdehnung und geringe Polizei-Aufsicht Fälschern die beste

Unterkunft bieten, erkannte man dies schon vor vielen Jahren und druckte desshalb die Schuldverschreibungen (bonds), und besonders die Zinsabschnitte auf Papier mit lokalisirten Fasern. Andere Staaten usw. haben dies noch nicht nöthig befunden, werden aber wohl in Zukunft dazu kommen, da die rasche, massenhafte und billige Herstellung eigenartiger Papiere auf der Maschine die Beschaffung erleichtert.

Während in Europa nicht nur Papiergeld, sondern auch die meisten Werthpapiere noch von Hand, wie im zweiten Kapitel beschrieben, hergestellt werden, fertigten viele amerikanische Fabrikanten solche schon in den 60er Jahren auf der Papiermaschine. Ihre Erzeugnisse können nicht nur den Vergleich mit Büttenpapieren gut aushalten, sondern besitzen auch noch die grössere Gleichmässigkeit aller Maschinen-Papiere. Nur die kräftigsten Fasern, beste weisse wenig oder garnicht abgenutzte Leinwand, Abschnitte von Flachsgarnen u. dergl. finden dazu Verwendung. Sie werden in Drehkesseln oder hölzernen Bottichen mit Kalk gekocht, im Halbzeugholländer gewaschen und mit wenig Chlorkalklösung ohne Schwefelsäure gebleicht. Jede Schwächung der Fasern wird ängstlich vermieden und der Ausschuss an andere Fabriken verkauft, damit er nicht ins Papier gelangen und dessen Festigkeit vermindern kann. Rost wird durch häufiges Streichen der Walzenschienen mit Bleiweiss möglichst vermieden, und sogar die Kupferauskleidung der hölzernen Bottiche erhält solchen Anstrich. Von dem Kalk, mit dem die Lumpen gekocht sind, setzt sich auch soviel an die Schienen usw., dass die Eisentheile Schutz gegen Rost erhalten. Das Papier wird auf der Maschine, wie Seiten 884 bis 895 beschrieben, thierisch geleimt, in Bogen zerschnitten und auf den Böden getrocknet. Da das Papier behufs Erhaltung der mit Siebwalzen eingedrückten Wasserzeichen nicht in Kalandern geglättet, d. h. zerdrückt werden darf, so legt man die Bogen so zwischen feine Pappdeckel, dass sie einzeln mit diesen abwechseln, und setzt die Päcke ziemlich lange dem Druck einer starken Presse aus. Durch Auswechseln der Bogen und Deckel der verschiedenen Päcke wird die Wirkung erhöht und gleichmässiger matter Glanz *dead finish* erzielt, welcher beliebter ist, als der scheinende der Kalander.

Eine in den letzten Jahrzehnten aufgekommene Art von Fälschungen besteht darin, dass die auf Anweisungen und Kreditbriefen eingeschriebenen Zahlen geschickt ausgelöscht und durch höhere Summen ersetzt werden. Der Betrüger beschaffte sich beispielsweise eine Anweisung *check* eines Bankhauses in Höhe von zweihundert Dollars und veränderte die Zahlen in zweitausend. Man glaubte Fälschungen solcher Art dadurch unmöglich zu machen, dass man die Zahl von Dollar, Pfund, Mark mit Hilfe eines kunstvoll gebauten Instruments so ausstanzte, dass sie als eine Reihe runder Löcher erschien. Der Glaube an diese Sicherheit wurde jedoch stark erschüttert, als es einem unternehmenden Schullehrer gelang, die Löcher mit einer Mischung aus Reis, Stärke usw. auszufüllen und mit einer abgebrochenen Nadel eine viel höhere Zahl auszulochen. Die meisten deutschen Banken begnügen sich jetzt (1896) damit, dem Vordruck der Anweisung etwa beistehende Zahlenreihe anzufügen. Der Aussteller schneidet alle Zahlen weg, welche höher sind als die den angewiesenen Betrag zunächst übersteigende Grenzzahl, und belässt beispielsweise nur die beiden untersten Zahlen an der Anweisung, wenn eine unter 1000 liegende Summe bezahlt werden soll. Obwohl diese Maassnahme keine volle Sicherheit bietet, so genügt dieselbe, um den Verlust

500 000
450 000
400 000
350 000
300 000
250 000
200 000
150 000
100 000
50 000
40 000
30 000
20 000
10 000
5 000
4 000
3 000
2 000
1 000
500

grosser Summen zu hindern und es Fälschern zu verleiden, ihre mühsame Kunst an solchen Anweisungen zu üben.

Beinahe jede Tinte lässt sich aus Papier durch Behandlung mit Säuren wie Salzsäure, Oxalsäure, Chlor-Verbindungen wie Javelle-Wasser und Alkalien oder durch Radiren entfernen. Man muss bei Anwendung chemischer Mittel vermeiden, soviel aufzutupfen, dass sie sich über die zu entfernenden Buchstaben hinaus verbreiten. Dies gelingt am besten, wenn man mit einer weichen spitzigen Goldfeder unter Zuhilfenahme eines Vergrösserungs-Glases zuerst mit Aetzkali, dann mit Säure einen kleinen Flecken macht, diesen wieder ablöscht und so fortfährt, bis die Schrift verschwunden ist.

Radirte Stellen lassen sich meist schon im durchfallenden Licht erkennen, nehmen aber bei Behandlung mit Joddämpfen gelbbraune oder braunviolette, jedenfalls dunklere Färbung an als die nicht radirten. Feucht gewesene Stellen, z. B. solche, wo Schriftzüge mit Lösungen entfernt wurden, nehmen in solchen Joddämpfen veilchenblaue Färbung an, während die übrigen Theile nur gelblich bis bräunlich werden.

Zahlreiche Patente sind auf Zutheilung von Pflanzenfarben und Chemikalien zum Papierstoff ertheilt, welche durch Einwirkung von sauren oder alkalischen Lösungen auffällige Aenderung ihrer Farbe erleiden. Ob aber damit jede Veränderung der Schrift durch Chemikalien verhindert wird, erscheint zweifelhaft, weil man die in Leimung und Farbe des Papiers bewirkten Veränderungen durch Nachleimen und Färben wieder auf den frühern Zustand bringen kann.

Um Radiren zu erschweren, giebt man der Oberfläche des Papiers mittels gestochener Walzen eine gerippte Oberfläche, auf der sich jede versuchte Radirung, abgesehen von der Veränderung der Farbe, durch Veränderung der Rippen bemerkbar macht. Es ist jedoch möglich, dass geschickte Fälscher auch solche Rippung wieder herstellen.

---

# THEIL II.

## GEFÄRBTES PAPIER.

**581. Färben von fertigem Papier an der Oberfläche.** Das Färben der Oberfläche hat dem Färben in der Masse gegenüber (s. Seiten 410 bis 467) den Vortheil, dass es weniger Farbe kostet und dass man besser den gewünschten Ton treffen und beliebig kleine Mengen färben kann, da man fertiges Papier dabei benutzt. Das Färben in der Masse erfordert dagegen keinerlei besondere Arbeit oder Hantirung des Papiers, da es im Holländer ausgeführt wird. Bei der Durchführung der farbigen Papiermasse durch Rohre, Rinnen, Bütten und über die Papiermaschine werden alle diese Theile gefärbt und müssen, wenn man wieder weisse oder andersfarbige Sorten anfertigen will, sorgfältig ausgewaschen werden, wodurch viel Zeit- und Stoff-Verlust entsteht. Sehr dunkle Färbungen lassen sich im Holländer schwer herstellen, weil infolge der grossen Verdünnung sehr viel Farbe dazu nöthig ist.

Es hängt von den Mengen, die in einer Farbe herzustellen sind, von der Dicke der Papiere und Pappen, vom Farbton und anderen Umständen ab, ob das Färben der Masse oder der Oberflächen vortheilhafter ist.

Zum Färben dünner Papiere dient ein Verfahren, welches der Firma P. Piette in Pilsen unter Nr. 31593 vom 14. September 1884 an patentirt wurde. Die zur Ausführung erforderliche in Figg. 1648/49 dargestellte Einrichtung ist in der Patentschrift folgendermaassen beschrieben:

Auf eine Walze *A* wird die zu färbende Papierrolle aufgesteckt; von hier wird das Papier über eine Spannwalze *B* und unterhalb einer Walze *C* geführt, welch letztere in der Wanne *D*, die das Farbenbad enthält, rotirt. Nach dem Verlassen des Farbenbades läuft das Papier über die mit Kautschuk bekleidete Spannwalze *E* und die Führungswalze *F* zwischen Presswalzen *G* und *H*. Um die an der Oberfläche des Papiers überschüssige Farbe vor dem Uebertritt zu den bekannten Trockencylindern in der Richtung gegen *J* zu entfernen, ist die Einrichtung getroffen, dass man das Papier zwischen den Walzen *G* und *H* über ein auf Spann- und Führungswalzen *K L M N F G* gespanntes Filztuch *X* führt, auf welches die Presswalze *H*, deren Pressung durch eine in bekannter Art gebaute Druckschraube *Y* geregelt wird, das bei *P* durchlaufende Papier niederdrückt und die überschüssige Farbe auspresst.

Fig. 1648.

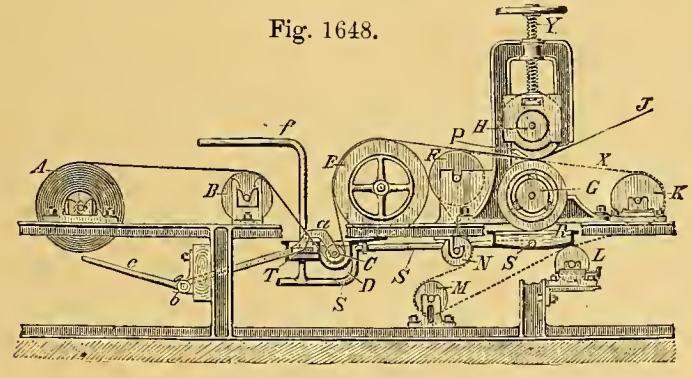
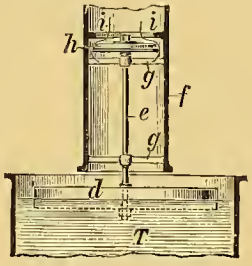



Fig. 1649.




Die hier ausgepresste überschüssige Farbe fliesst von der Walze *G* in einen unterhalb derselben befindlichen Behälter *R*, sammelt sich hier an und wird neuerdings in Verwendung genommen. Da aber diese sich hier ansammelnde Farbenflüssigkeit in den meisten Fällen nicht so intensiv wie das ursprüngliche Farbenbad ist, so wird dieselbe nicht unmittelbar in die Farbenwanne *D*, sondern durch ein sich seitlich an den Behälter *R* anschliessendes Rohr *S* zu einem Sammelbottich *T* geführt, wo sie sich mit aus dem Farbenbottich zufliessender, frischer Farbe mengt, um erst dann durch ein Verbindungsrohr in die Wanne *D* zu gelangen.

Die in dem Farbenbad der Wanne *D* rotirende Walze *C*, welche von dem fortlaufenden Papier mitgenommen und in Umdrehung versetzt wird, ist beiderseits in Hebelarmen *a* drehbar gelagert, welche Hebelarme mit den sich an dieselben schliessenden Hebelarmen *c* in den Stützpunkten *b* oscilliren; mit dieser Einrichtung ist es möglich, durch Niederdrücken des Hebelarms *c*, welcher ein Heben des Armes im Gefolge hat, behufs bequemen Einführens des Papiers die Walze *C* nöthigenfalls ganz aus dem Farbenbade herauszuheben.

Um eine zur richtigen Arbeit der Vorrichtung nothwendige gleichbleibende Höhe der Farbflüssigkeit in der Wanne *D* und einen entsprechend geregelten Zufluss frischer Farbe aus dem Farbenbottich zu erhalten, wird ein Schwimmer in Anwendung gebracht, der aus einer auf der Flüssigkeit im Sammelbottich *T*, welcher in Fig. 1649 in grösserem Maassstab dargestellt ist, schwimmenden Scheibe *d* besteht, die in der Mitte eine Stange *e* trägt. Letztere reicht in das mit dem Farbenbottich verbundene Farbenzuflussrohr *f*, wird innerhalb desselben in Kreuzrahmen *g* senkrecht geführt und trägt an ihrem Ende eine Kautschukscheibe *h* von geringerem Durchmesser als der Querschnitt des Rohres *f*. Diese Scheibe *h* dichtet eben dann den im Innern des Rohres *f* befindlichen Ring *i* ab, wenn der Flüssigkeitsstand im Sammelbottich *T* normal ist. Sinkt aber die Flüssigkeit, so sinkt auch der Schwimmer, die Scheibe *h* dichtet den Ring *i* nicht mehr ab wie in Fig. 1649, und zwischen beiden fliesst frische Farbe solange ringsum nach, bis die normale Flüssigkeitshöhe wieder hergestellt, also *h* gegen *i* abgedichtet ist.

Nach dem deutschen Patent No. 86 039 von E. Mahn in Dresden wird das Papier beim Färben mit einer Einrichtung von der in Fig. 1648 dargestellten Art, auf der Strecke, welche es von Walze *C* bis Walze *G* zurücklegt, von einem mitlaufenden endlosen Metalltuch getragen. Die durch Tränken in der Farblösung des Trogs *D* nass und schwach gewordene Papierbahn soll durch die Siebunterlage gegen Zerreissen geschützt werden.

Eine andere Färbung der Oberfläche besteht darin, dass mit Leim oder anderm Klebstoff gemischte Farbe mit Bürsten auf dem Papier verrieben und dieses auf Hänge-Einrichtungen von der auf Seiten 901 bis 12 beschriebenen Art wieder getrocknet wird. Solches Auftragen von Farbschichten ist jedoch Gegenstand eines besonderen Zweigs der Papier-Verarbeitung, nämlich der Buntpapier-Fabrikation.

**582. Färben der Oberfläche von Papier und Pappe während der Herstellung.** Das Färben fertigen Papiers, wie im vorhergehenden Abschnitt beschrieben, geschieht durch Abrollen, Färben, Trocknen und Wieder-Aufrollen, erfordert also erhebliche Einrichtung, Arbeit und Kraft. Um all dies zu sparen, haben mehrere Erfinder Einrichtungen erdacht, mit welchen man die auf dem Sieb entstandene noch nasse Papierbahn so färben kann, dass es mit einer farbigen Seite von der Maschine abgenommen wird. Hierdurch werden die im vorigen Abschnitt erwähnten Vortheile des Färbens der Oberfläche ohne erhebliche Kosten erzielt.

Das Verfahren von Antonio Diana fu Luigi, Papierfabrikant in Lesa am Lago maggiore, Italien, wird seit vielen Jahren in verschiedenen Ländern, in Deutschland u. a. von der Patentpapierfabrik zu Penig in Sachsen, ausgeführt. Das damit angefertigte einseitig gefärbte Papier wird als »Diana-Papier« bezeichnet. In der deutschen Patentschrift Nr. 47 590 ist es folgendermaassen beschrieben:

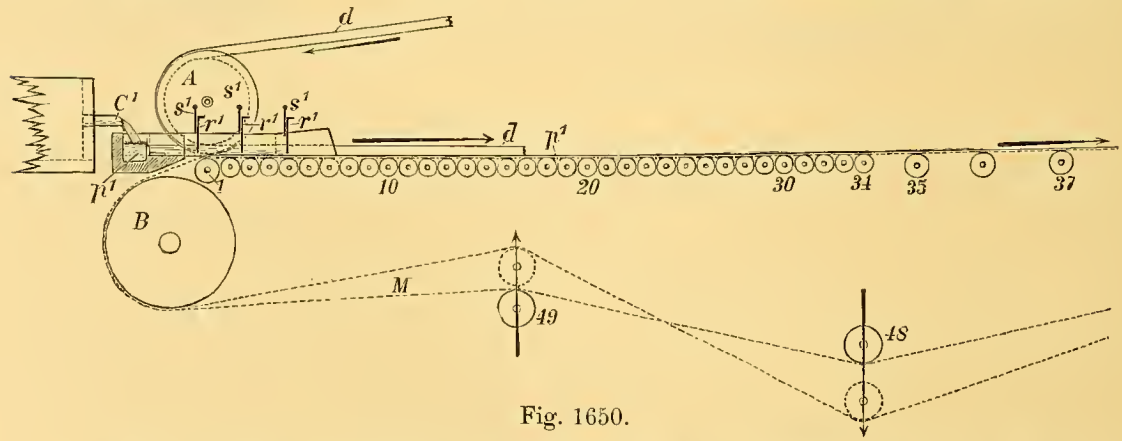



Fig. 1650.

Bei der in Fig. 1650 dargestellten Maschine ist *M* das endlose Metallsieb, angetrieben von Walze *H* der Gautschpresse *H G*. *B* ist die sogenannte Brustwalze, bei welcher das Sieb eine seitliche Schüttelung und den Stoffauflauf $p^1$ empfängt. Walzen *1* bis *44* sind Abtropf- und Leitwalzen, *45* ist die Lenkwalze, *46* und *47* sind ebenfalls Leitwalzen, *48* und *49* bedeuten Siebspannwalzen, *50* ist eine Leitwalze des Nassfilzes *F* der ersten Feuchtpresse, auf welchen das Papier von der Walze *H* übergeht und als geformtes, genügend entwässertes Blatt weitergetragen wird. Das Stoffbecken $C^1$ bei der Brustwalze *B* empfängt wie gewöhnlich den Zulauf des flüssigen Papierstoffes $p^1$, welcher, durch Schaumbleche oder Register $r^1$ $r^1$ $r^1$ seitlich geleitet, von Deckelriemen *d d* an Rollen *A A* in der Pfeilrichtung des Obersiebes auf letzterem über Abtropfwalzen *2* bis *34* und folgenden Leitwalzen zu den Saugkästen $S^1$ $S^2$ $S^3$ gelangt, durch welche der feuchte Stoff in bekannter Weise weiter entwässert wird.

Nun aber gilt es, dem bereits genügend abgetropften ersten Stoff $p^1$ einen zweiten $p^2$ auflaufen zu lassen, beide entsprechend zu vereinigen und $p^2$ genügend zu entwässern, um sodann einen dritten $p^3$, gegebenenfalls einen vierten $p^4$ u.s.w. in ähnlicher Weise zum Auflauf zu bringen. Solches geschieht durch entsprechend angebrachte Kanäle $C^2\ C^3\ C^4 \ldots C^x$, welche, je nach Bedürfniss verstellbar, direkt über bezw. zwischen den Saugkästen quer über die ganze Maschine geführt werden. Der letztere Fall ist beispielsweise in der Zeichnung zur Darstellung gebracht. Hier erscheinen die Kanäle $C^2\ C^3$ im Querschnitt und lassen ihre Papierstoffe $p^2$ und $p^3$ ablaufen durch Längsschlitze $a\ a$ in den Seitenwänden $w\ w$. Zum Austritt auf die Maschine gelangen hierbei die Stoffe $p^2\ p^3 \ldots p^x$ nach Durchfluss unter den Registern $r^2\ r^3 \ldots r^x$, welche mittels Registerschrauben $s^2\ s^3 \ldots s^x$ zu beiden Seiten der Maschine für Bemessung der Stoffmasse genau eingestellt werden können. Der beispielsweise unter Register $r^2$ ausfliessende dünnflüssige Stoff $p^2$ vereinigt sich schon durch seinen hohen Wassergehalt leicht mit dem bereits auf dem Sieb laufenden Stoff $p^1$; beide Stoffe gelangen, über einander gelagert, nun über den Saugkasten $s^2$, durch dessen Wirkung das Herstellungswasser von $p^2$ kräftig abgesaugt wird, indem es hierbei den Stoff $p^1$ durchdringen muss, und beide feuchte Stoffe infolgedessen mit einander verdichtet. Die gleiche Erscheinung findet statt bei späteren Stoffzuläufen.

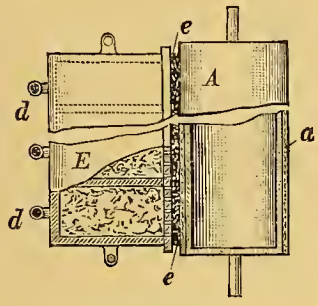


Fig. 1651.

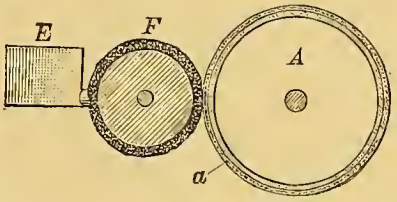


Fig. 1652.

Dieses Verfahren bezieht sich nicht nur auf Vereinigung von Stoffen mit Stoffen, sondern auch auf solche zwischen Stoffen und Farben, welch letztere eintönig oder gemustert zur Auftragung gelangen können; hierzu sind die Register $r^2\ r^3 \ldots r^x$ jeweilig entsprechend ausgeführt.

Die ausgedehnteste Anwendung des Dianaschen Verfahrens erfolgt wohl derart, dass man vor dem letzten Sauger aus einem Querkanal $C$ Fig. 1650 eine Farblösung, die nach Bedarf mit Stoff gemischt wird, auf die in Bildung begriffene Papierbahn fliessen lässt.

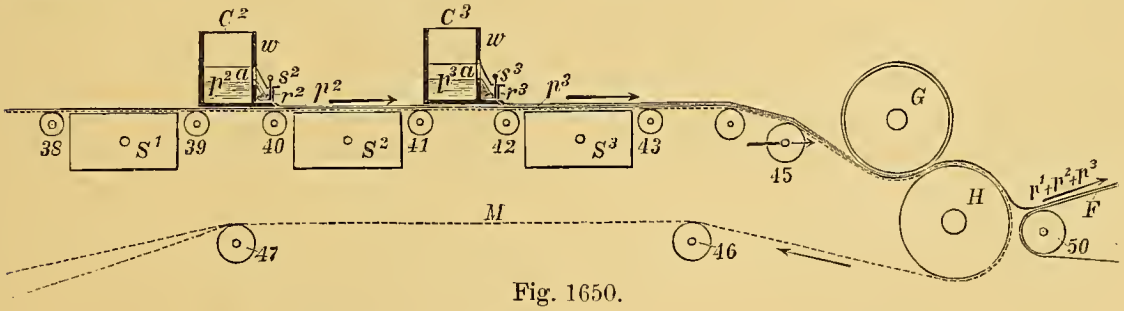


Fig. 1650.

Nach dem amerikanischen Patent 486629 von William N. Cornell in Brownsville, New York (Papier-Zeitung Nr. 26 von 1893), wird das Papier während seiner Entstehung in dem Augenblick gefärbt, wo es über die Gautschwalze geht.

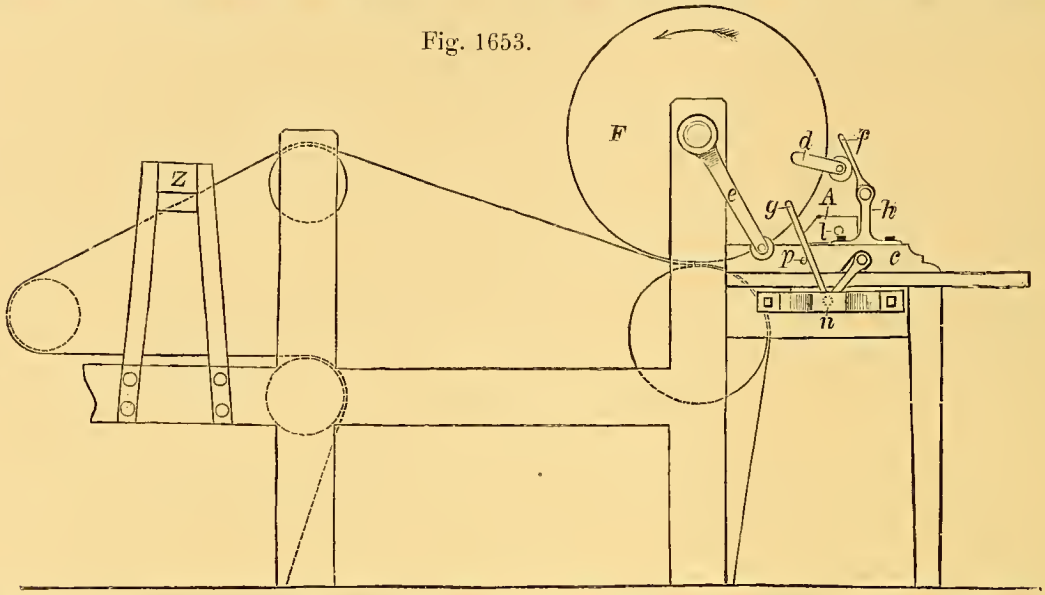
Nach der Beschreibung hat es an dieser Stelle gerade genügende Feuchtigkeit, dass die Farbe das Papier leicht durchdringt, und dass, wenn mehrere Farben nebeneinander aufgetragen werden, dieselben an den Berührungslinien sich in einem gewissen Grade vermischen und hübsche Farbentöne hervorbringen.

Die obere Gautschwalze $A$ (Fig. 1651) ist mit einem Filzschlauche $a$ überzogen, dem von einem daneben liegenden Behälter $E$ beständig Farbe zugeführt wird, und der die empfangene Farbe auf die unter ihm entlang geführte feuchte Papierbahn überträgt. Der Behälter $E$, welcher die Farbe von einem oder mehreren höher liegenden grösseren Behältern durch die Rohre $d$ empfängt, ist an der der Gautschwalze $A$ zunächst liegenden Seite vielfach durchbrochen und hier mit einem Streifen $e$ von Schwamm oder dergl. versehen, welcher die Uebertragung der Farbe auf die Gautschwalze vermittelt. Sollen zugleich mehrere Farben aufgetragen, also

gestreiftes Papier hergestellt werden, so ist, wie Fig. 1651 zeigt, der Behälter *E* durch Scheidewände in mehrere Abtheilungen getheilt, deren jeder durch die Rohre *d* die entsprechende Farbe zugeführt wird.

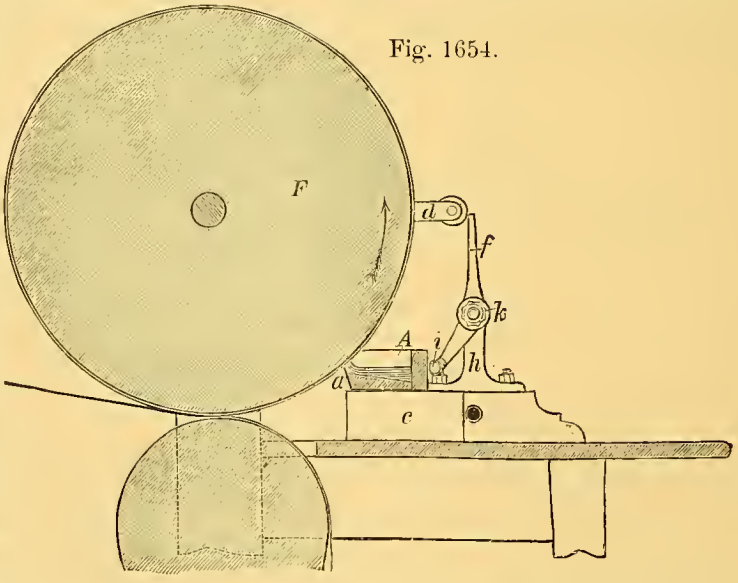
Anstatt die Farbe von dem Behälter *E* auf die Gautschwalze mittels des Schwammstreifens *e* zu übertragen, kann auch (Fig. 1652) eine mit Schwamm oder dergl. überzogene

Fig. 1653.




Walze *F* die Uebertragung der Farbe auf die Gautschwalze vermitteln. Versieht man die Walze *F* auf der Oberfläche mit einem erhabenen Muster, so wird auch die Papierbahn mit dem entsprechenden Muster gefärbt.

Fig. 1654.




Ob und in welchem Umfang das Verfahren ausgeführt wird, ist dem Verf. nicht bekannt geworden.

Nach dem deutschen Patent Nr. 72340 soll das auf dem Langsieb entstehende Papier von unten her seine Färbung erhalten. Zu diesem Zweck wird zwischen Saugern und Gautschpresse eine in Farblösung tauchende mit Gummi oder Filz bekleidete Färbwalze angebracht, welche die aufgenommene Farbe an die untere Seite des Siebes abgiebt. Die Farbe soll dann durch die Maschen dringen und die untere Papierseite färben. Bei der Ausführung ergab sich jedoch, dass die Farbe nicht in genügender Menge durchdrang und das Papier nicht in befriedigender Weise gefärbt wurde.

Das grosse Färbvermögen und die Löslichkeit der Anilinfarben ermöglichen die verschiedensten Arten des Auftragens derselben. So sah Verfasser schon vor

vielen Jahren, dass das über die Papiermaschine laufende dünne Papier an der Stelle, wo es auf den Trockner ging, von einer Färbwalze auf einer Seite mit Anilinfarbe versehen wurde.

Das deutsche Patent Nr. 68521 schützt ein Verfahren zum Färben von Papier und Pappe während seiner Anfertigung, welches vom Erfinder Herrn Franz Weyland i. F. Radauthal Papierstoff- und Pappen-Fabriken, Borsdorff & Muhle in Bad Harzburg ausgeführt ist. In der Patentschrift wird die Färbung von Pappe auf der Formatwalze *F* folgendermaassen erklärt:

Fig. 1653 stellt einen Theil einer Pappenmaschine mit der Färbe-Vorrichtung in der Seitenansicht dar. Fig. 1654 giebt einen Durchschnitt und Fig. 1655 eine Seitenansicht der Färbe-Vorrichtung nebst der Formatwalze in grösserem Maassstabe.

Die Vorrichtung besteht aus einem Farbkasten *A*, welcher aus einem in passender Lage anzubringenden Behälter mit der färbenden oder leimenden Flüssigkeit gespeist wird. Der Farbkasten ist aus Holz angefertigt, hat aber zu seinem vordern Abschluss ein etwa 10 mm über die Vorderkante des Bodens hinausstehendes Ledertuch oder einen andern weichen und undurchlässigen Stoff *a* (Fig. 1653). Der Farbkasten steht auf drei auf dem Tisch befestigten Holz-Unterlagen *c* und wird auf diesen an die Formatwalze herangeschoben und von derselben abgerückt. Beides soll selbstthätig geschehen; hierzu dienen je zwei Aus- und Einrücker *d* und *e*, sowie die Hebel *f* und *g*. Einrücker *d*, der zum Herausschieben des Kastens an die Formatwalze dient, ist an der Formatwalze befestigt, während Ausrücker *e* seinen Halt an der Welle der Formatwalze findet. Hebel *f* ist an dem Ständer *h* in der aus den Figg. 1654 und 1655 leicht zu ersehenden Weise befestigt und bildet einen Winkel, dessen unterer Theil mit einer Nase *i* versehen ist, die sich gegen den hintern Theil des Farbkastens legt und diesen, wenn der Einrücker *d* auf den obern Theil des Hebels *f* wirkt, sanft an die Formatwalze herauschiebt (Fig. 1654). Wenn das Einrücken nicht erfolgen soll, wird Hebel *f* nach vorn umgelegt, sodass *d* über *f* hinweggehen kann. Die Ständer *h* sind unverrückbar auf den Holzunterlagen *c* befestigt. Zu beiden Seiten des Hebels *f* befindet sich je eine auf dem Bolzen des Ständers *h* laufende dünne Blechscheibe *k*.

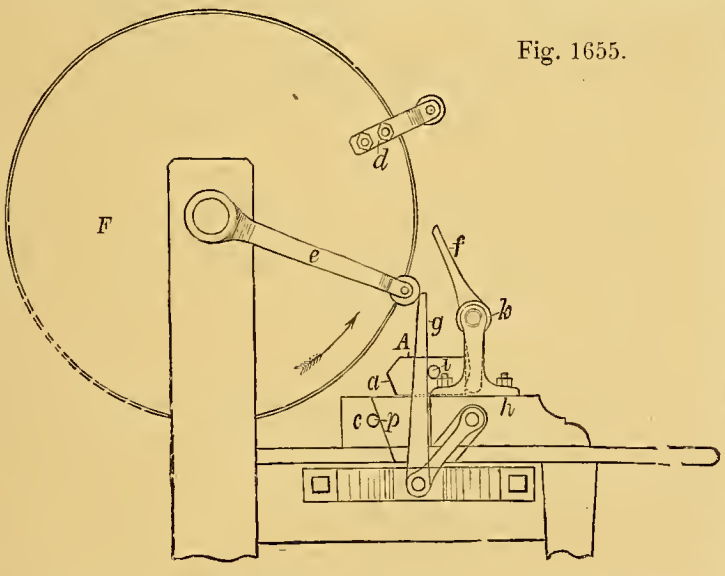


Fig. 1655.

Sobald die vordere Kante des an dem Farbkasten befindlichen Leder- oder Tuchstreifens *a* den auf der Formatwalze befindlichen Pappstoff berührt, geht die Färbung vor sich, indem der Farbstoff mit einer Fluthwelle die Pappe tränkt (Fig. 1654). Eine mehr oder weniger intensive Färbung der Pappe lässt sich durch ein- oder mehrmaligen Vorbeigang der Formatwalze an dem färbenden Kasten erreichen. Die gleichzeitige Leimung der Pappe geschieht dadurch, dass dem Farbstoff eine entsprechende Menge leimender Flüssigkeit zugesetzt wird.

Zum Abrücken des Kastens und somit zum Einstellen der Färbung dienen die bereits genannten Ausrücker *e* und Hebel *g*, sowie die an dem Farbkasten *A* befindlichen Stifte *l*. Das Abrücken tritt in der Weise ein, dass der Ausrücker *e* den Hebel *g* hochhebt und letzterer mittels eines seitlichen Ansatzes den Stift *l* und somit den Farbkasten sanft zurückschiebt. Der Zeitpunkt zum Abrücken des Farbkastens, der dann eintritt, wenn die Formatwalze je einen vollen Umgang bis zu dem Streifen *a* gemacht hat, lässt sich durch Einstellen des Ausrückers auf der Welle regeln.

Der Hebel *g* wird gegen zu weites Herabfallen durch den Stift *p* geschützt. Der Ausrücker kann mittels einer in den Figuren nicht sichtbaren Vorrichtung ausser Thätigkeit gesetzt werden. Um zweiseitige Färbung zu erzielen, wird an beiden Seiten der Pappenmaschine je ein

Ständer *Z* (Fig. 1653) angebracht, auf welchen ein zweiter Farbkasten steht. Das an demselben angebrachte Leder oder Tuch streift die laufende nasse Papierbahn und färbt diese auf dem Filz.

Um Papier direkt auf Papiermaschinen zu färben, gegebenenfalls auch zu leimen, bringt man den vorstehend beschriebenen Farbkasten *A* in der in Fig. 1654 gezeigten Stellung an einer Leitwalze, einem Trockencylinder oder einer sonst passenden Stelle der Papiermaschine an. Derselbe wird mit der Hand an die laufende Papierbahn so weit herangeschoben, dass die Färbung oder Leimung in derselben Art wie bei Pappen, aber ununterbrochen, vor sich geht. Die Speisung des Farbkastens erfolgt gleichfalls durch einen mit diesem in Verbindung gebrachten Farbebehälter mittels Zuleitungsrohres.

Der Erfinder hebt nachstehende Vortheile dieser Färbungsweise hervor:

1) der Papierstoff braucht bei Holzpappen nicht zuvor im Holländer gemahlen zu werden;
2) es wird viel weniger Farbe gebraucht, als bei Färbung im Holländer;
3) die Abwässer der Papier- und Pappenmaschinen bleiben bei einseitigem Färben vollkommen ungefärbt;
4) die Färbung in verschiedenen bunten Farben kann fast unmittelbar hintereinander ohne nennenswerthen Stillstand der Maschine erfolgen, da nur eine Auswechslung des Farbkastens durch einen andern Kasten erforderlich ist. Man kann binnen 2—3 Minuten von einer Farbe auf eine andere übergehen; somit fällt die lästige und zeitraubende Reinigung der Papier- und Pappenmaschine, des Holländers und der Stoffzuleitung fort;
5) die Erzeugungskosten stellen sich bedeutend niedriger, als nach dem bisherigen Färbverfahren.

**583. Zweifarbiges oder Doppel-Papier.** Auf Seite 861 ist schon gesagt, dass man auf Maschinen mit 2 Siebcylindern von der dort beschriebenen

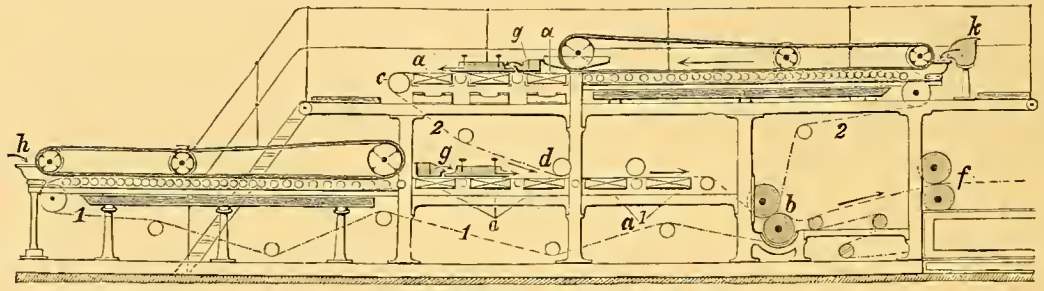



Fig. 1656.

Art Papier herstellen kann, dessen beide Seiten verschiedene Farbe zeigen. Wenn die Maschine mit mehr als 2 Siebcylindern versehen ist, hat man nur den ersten und letzten, welche die äusseren Lagen liefern, mit verschieden gefärbtem Stoff zu speisen; die zwischenliegenden können beliebigen anderen Stoff verarbeiten (vergl. Seite 862 unten).

Papier aus zwei verschieden gefärbten Bahnen wird auch seit vielen Jahren auf Langsieben angefertigt. Verf. sah eine solche Papiermaschine schon 1873 bei dem Fabrikanten Herrn Orioli in Pontcharra, Frankreich, in Thätigkeit. Als Beispiel ist in Fig. 1656 ein Anfriss der Siebeinrichtung einer von der Maschinenfabrik Golzern i. Sachsen ausgeführten Bauart gegeben.

Das Gestell trägt ausser dem 14 bis 15 m langen untern Sieb *1* von gewöhnlicher Art das obere *2*, welches unter der Walze *d* zwischen dem dritten und vierten Sauger auf ersteres trifft und mit ihm zwischen den beiden Gautschwalzen *b* durchgeht. Von der Walze *c* bis *d* hängt die Papierbahn an der untern Seite des Siebes *II*, muss also hierzu genügend entwässert sein. Von der Gautschpresse *b* wird das Doppelpapier von Hand auf den Filz der Nasspresse *f* gelegt und in üblicher Weise weiter geführt. Jede Papierbahn geht für sich über 3 Sauger *a* und dann laufen beide Bahnen noch vereint auf dem Sieb *I* über 2 Sauger *a'*.

Diese grosse Zahl von Saugern ist erforderlich, weil auf jedes Sieb aus einem Stoffkasten *g* nach dem auf Seiten 1650/51 beschriebenen Dianaschen Verfahren eine zweite Stoffbahn läuft, sodass vier Bahnen unter der Walze *d* zusammenkommen. Die inneren aus den Diana-Kasten *g* kommenden Stofflagen können aus geringerem Stoff als die äusseren bestehen. Wenn das Papier nur aus 2 Bahnen gebildet werden soll, wenn also die Dianaschen Stoffkasten wegfallen, werden wohl weniger als die in Fig. 1656 gezeichneten Sauger *a* genügen. Die bei *h* und *k* auf die Siebe fliessenden Stoffe können nicht nur verschieden gefärbt sein, sondern auch aus verschiedenen Rohstoffen bestehen.

**584. Melirtes und theilweise gefärbtes Papier.** Melirtes Papier ist solches, durch dessen ganze Masse anders gefärbte Fasern vertheilt sind und sich deutlich zeigen. Dasselbe wird dadurch hergestellt, dass man dem fast fertig gemahlenen Stoff im Ganzholländer anders gefärbte Fasern zusetzt. Letztere bestehen meist aus tiefer (blau) gefärbtem Stoff, den man so spät wie möglich aber doch lange genug in den Ganzholländer giebt, um noch gleichmässiges Vermengen zu bewirken.

Die Oberfläche mancher Seiden- und Packpapiere wird mit farbigen Streifen versehen, indem man mit Liniirröllchen (s. Seite 1016) farbige Linien auf das getrocknete Papier zieht. Um Linien von verschiedener Stärke zu erhalten, kann man die Röllchen dünner oder dicker nehmen, sie auch abwechselnd mit anderen Farbwerken speisen, um verschiedenfarbige Linien aufzutragen. Die Einrichtung lässt sich hinter dem Trockner anbringen, sodass das Papier mit den farbigen Linien von der Maschine kommt.

In ähnlicher Weise kann man mit Walzen, auf deren Kautschukbekleidung Muster geschnitten sind, und die man wie Buchdruck-Walzen einfärbt, mit Bildern oder Zeichen bedeckte Papiere herstellen.

---

# THEIL III.

## SEIDENPAPIER. — CIGARETTENPAPIER.

**585. Seidenpapier.** Je dünner ein Papier ist, d. h. aus je weniger Fasern es besteht, desto länger und kräftiger müssen diese sein, damit es die nöthige Festigkeit hat. Seiden- und Cigarettenpapiere werden desshalb vorzugsweise aus Hanf-, Flachs-, Zwilchstoffen, Tauen und dergl. angefertigt, neuerdings auch aus gutem Sulfitstoff. In der ersten deutschen 1875 erschienenen Ausgabe dieses Buches war schon gesagt, dass dieselben manchmal 40 bis 60 pCt. Stroh- und Holzzellstoff enthalten. Der Stoff wird in üblicher Weise zubereitet, muss aber mit stumpfen Schienen gemahlen werden und desshalb sehr lange in den Holländern bleiben.

In Amerika werden Cylindermaschinen der auf Seite 855 dargestellten Art, mit denen man dort sehr vertraut ist, auch zur Anfertigung von Seidenpapier benutzt. Dasselbe geht auf diesen ohne menschliche Hilfe bis durch die Nasspresse, muss aber dann bei *P* in Fig. 773 von Hand abgenommen und auf die anstossenden Trockencylinder geführt werden. Um das Weiterführen des nassen und noch schwachen Papiers zu ermöglichen, lässt man mit der auf dem Filz ankommenden nassen Papierbahn einen trockenen Bogen durch die Nasspresse gehen, der dadurch fest mit dem vordern Ende der Papierbahn verbunden wird und ihr als Handhabe dient, bis der Haspel erreicht ist. Zwischen der Presse und dem Trockner ist wenig Raum gelassen, damit das hier von einer Leitwalze getragene Papier wenig Raum frei zu durchlaufen hat. Die Trocknung erfolgt bei dieser amerikanischen Maschine auf vier kupfernen Cylindern von 30″ Durchmesser, weil das Papier an Kupfer weniger kleben soll als an Eisen.

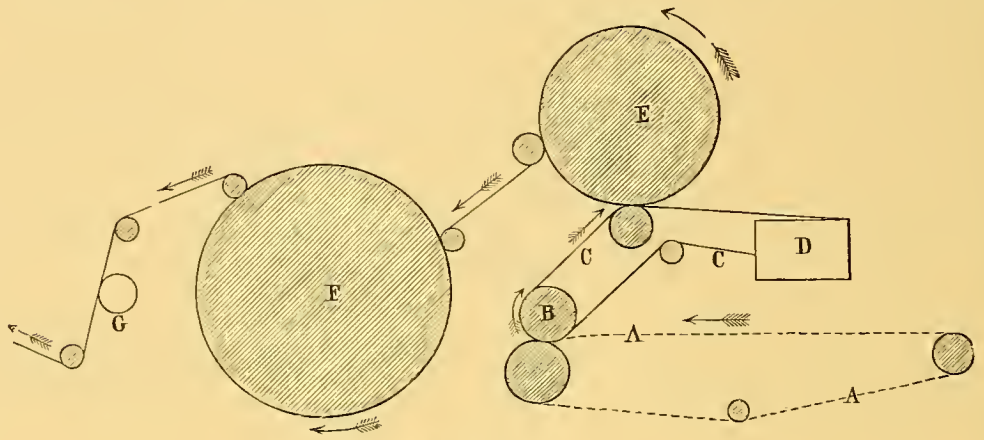



Fig. 1657.

Da man in Europa für feinere Papiere das Langsieb wegen der dadurch bewirkten bessern Verfilzung dem Siebcylinder vorzieht, so wird es diesseits des Oceans ausschliesslich zur Herstellung von Seidenpapier benutzt. Letzteres ist aber in nassem Zustand sehr schwach und reisst leicht beim Ueberführen von einem auf den andern Theil einer Langsiebmaschine, besonders aber da, wo es vom Sieb auf der Gautschwalze abgenommen und auf den Nassfilz gelegt wird. Mittel, welche diese Ueberführung erleichtern, sind auf Seite 666 angegeben und kommen hier in Anwendung. Auf Seiten 667 bis 671 sind auch Bauarten beschrieben, welche die Ueberführung von Hand überflüssig machen. Die in Fig. 1657 gegebene schematische Darstellung zeigt die Bauart einer Papiermaschine, die zu Anfang der siebziger Jahre in der Fabrik von Piette in Freiheit, Böhmen, zur Anfertigung von Seiden- und Cigarettenpapier diente. Eine ebensolche Einrichtung mit nur einem Trockencylinder *E* von 9′ engl. Durchmesser war bei Craig & Son in Dalkeith bei Edinburgh in Betrieb. Ein Nassfilz *C*, welcher die obere Gautschwalze *B* einschliesst, nimmt das Papier von dem Metalltuch *A* und giebt es an den Trockencylinder *E* ab; wenn es diesen verlässt, ist es schon trocken genug, um mit der Hand auf den grössern und letzten Trockencylinder *F* geleitet zu werden. Der Nassfilz *C* geht durch eine mit *D* angedeutete Vor-

richtung, worin er gewaschen und ausgepresst wird; um ihm aber das eingesaugte Wasser möglichst zu entziehen, ist es zweckmässig, ihn nachher noch über einen Saugkasten laufen zu lassen.

**586. Cigaretten-Papier.** Diese Art von Seidenpapier soll mit dem darein gewickelten Tabak gleichmässig verbrennen, keine gesundheitsschädlichen Stoffe enthalten, wenig Asche und keine unangenehmen Verbrennungsgase liefern. In Ländern, wo die Bevölkerung nicht viel für ihre »Papyros« ausgeben kann, wie in manchen Gegenden Süd- und Mittel-Amerikas und Russlands, wird dünnes gelbes Strohpapier in grossen Mengen hierzu verbraucht und soll in Geruch und Geschmack die Ansprüche der Raucher völlig befriedigen. Das Stroh wird hierzu mit Soda gekocht und fast zu Gallerte vermahlen. Das Papier wird nach dem Seite 877 beschriebenen Verfahren auf Cylinder-Maschinen in Bogen angefertigt und an der Luft getrocknet.

Weisses Cigarettenpapier, wie wohlhabendere Bevölkerungen es verlangen, muss, um obigen Ansprüchen zu genügen, aus besten reinsten Faserstoffen angefertigt sein. Nach einer Mittheilung in Nr. 98 der Papier-Zeitung von 1895 bestehen z. B. die spanischen Staats-Cigarettenpapiere aus 30 Theilen Stricke, 40 helle Baumwolle, 20 blau Leinen, 10 grau stark Leinen, die in üblicher Weise gekocht und gebleicht werden. Bei Fehlen einer Lumpensorte dieser Mischung wird Sulfit- oder Strohstoff als Ersatz benutzt.

Nach einer Angabe in Nr. 79 der Papier-Zeitung von 1895 dienen zu manchem russischen Cigaretten-Papier Leinen und Sulfitholzzellstoff zu gleichen Theilen, und feine Sorten sollen sogar 60 pCt. Sulfitstoff enthalten. Der Stoff wird auf Langsiebmaschinen in Papier von 12 bis 15 g auf das qm verwandelt, manchmal auch in stärkeres. Sulfitstoff soll sich zu Cigaretten-Papier gut eignen, weil er durch langes Mahlen, wie bei der Fabrikation von imitirt Pergament-Papier, in eine gallertartige Masse verwandelt wird, welche die Leinenfasern verkittet und dichten Schluss bewirkt.

Zu den feinsten Marken werden noch immer, wie früher, nur solche Fasern kräftigster Art benutzt, die keinerlei Verunreinigung oder Gebrauchs-Abnutzung erfahren haben, sodass das Papier auch dem verwöhntesten Geschmack nichts Unangenehmes oder gar Schädliches bringen kann. Als solche Rohstoffe dienen besonders Abschnitte von ungebrauchten Leinen- und Hanfgeweben und -Gespinnsten und dergl., deren Umwandlung in Papierstoff ohne Aufwendung vieler chemischer Hilfsmittel bewirkt werden kann.

Da die ohne mineralische Zusätze angefertigten besten Sorten nur $^1/_2$ bis 1 pCt. Asche liefern, so scheint es unmöglich, dass das Papier genug schädliche Stoffe enthalten könne, um der Gesundheit zu schaden. Zu 25 Cigaretten sind etwa 612 qcm Papier erforderlich, die bei 13 g auf das qm $\frac{612:13}{10000} = 0{,}8$ g wiegen, und von diesen $^4/_5$ gramm kann nur ein Hundertstel aus Blei, Kupfer oder anderm schädlichen Metall bestehen.

Man verlangt von der Hülle einer Cigarette, dass sie, auf der Kante eines Tisches liegend, möglichst lange weiter glüht, und um diese Glühfähigkeit zu erhöhen, setzten manche Fabrikanten sauerstoffabgebende Stoffe, wie Salpeter und dergl., zu, mussten aber die Versuche des beim Rauchen entwickelten unangenehmen Geruchs wegen aufgeben.

Seit etwa 1890 wird jedoch in deutschen und österreichischen Fabriken dem Papierstoff im Holländer Magnesium-Karbonat zugesetzt und damit das ersehnte Fortglimmen der weggelegten Cigarette sowie gleichmässiges Abbrennen von Papier und Tabak erzielt. Seit 1895 wird auch das französische Regie-Papier in dieser Weise hergestellt. Es scheint, dass das Papier durch den Gehalt an Magnesium-Karbonat luftdurchlässig wird, sodass Sauerstoff zu dem in der Papierhülle glimmenden Tabak gelangt, während das fest geschlossene Papier dies früher nicht zuliess und dadurch die Tabak-Füllung zum Erlöschen brachte. Das Mehrergebniss des Papiers an Asche hat — im Gegensatz zu früherer Annahme — keinerlei schlimme Folge, verschwindet auch gegen die Aschenmenge, welche der Tabak liefert.

Magnesium-Karbonat $Mg\ CO_3$ ist spezifisch leicht, in Wasser völlig unlöslich und geschmacklos, eignet sich also sehr gut als Füllstoff für diesen Zweck, wo geringes Gewicht erwünscht ist. Es kommt zwar natürlich als Magnesit vor, wird aber in viel feinerer Vertheilung erhalten, wenn man es aus Magnesiasalz, z. B. dem in den Stassfurter Fabriken als Nebenerzeugniss abfallenden Chlormagnesium durch Fällen mit kohlensauerem Natron darstellt.

$$\underset{\text{Chlormagnesium}}{Mg\ Cl_2} + \underset{\text{Natriumkarbonat}}{Na_2\ CO_3} = \underset{\substack{\text{Kohlensaure}\\ \text{Magnesia}}}{Mg\ CO_3} + \underset{\text{Chlornatrium}}{(Na\ Cl)}$$

Da Chlornatrium in Lösung unschädlich ist, so kann das Ausfällen von Magnesium-Karbonat vielleicht mit Vortheil im Holländer vorgenommen werden.

**587. Einseitig glattes Papier.** Nach dem Vorbild der auf Seiten 1092 und 1093 beschriebenen Strohpapier-Maschinen wurden in den achtziger Jahren Maschinen zur Anfertigung von dünnem Papier gebaut, bei denen die Papierbahn ohne Führung von Hand auf den einen grossen Trockencylinder gelangt.

Die Maschinenfabrik von Heinrich Hoeborn & Co. in Hemer, Westfalen, erhielt 1889 das deutsche Patent Nr. 46 422 für die Art der Führung der Filze bei der in Fig. 1658 dargestellten Maschine. Die auf einem Langsieb gebildete Papierbahn wird von dem über die untere Gautschwalze *C* laufenden Sieb durch den Oberfilz *Z* abgenommen, welcher die obere Gautschwalze *B* und die obere Nasspresswalze *G* umschliesst und von Walzen *Q R S T W* geführt ist. Kurz hinter der Gautschpresse gelangt die Papierbahn auf den von Walzen *D P N O M L* geführten Nassfilz, geht zwischen beiden Filzen durch die Nasspresse *G J* und mit Filz *Z* auf den Trockencylinder *H*, an dem es festklebt, bis es trocken ist. Ein an der untern Seite von *H* angebrachter Schaber sorgt für Ablösung des Papiers vom Trockner, sodass es über Leitwalze *V* auf einen zweiten Trockencylinder oder zum Haspel geführt werden kann. Die Patentschrift giebt folgende Erklärung des wesentlichsten Theils der Erfindung:

Die Gautsche und die gesammte Siebpartie wird durch einen Filz *Z*, das Obertuch, angetrieben, dessen Bewegung von der Trommel *G* aus erfolgt, welche die Oberwalze der Nasspresse bildet. Um Lösen der Bahn vom Filz zu verhindern und Luftblasen so zeitig wegzudrücken, dass die Bahn stets glatt unter die Nasspresse kommt, sind zwischen Gautsche *B C* und Nasspresse *G J* zwei Führungsrollen *E F* derart angeordnet, dass die aus der Gautsche kommende Bahn ansteigt und über die Führung *E* hinweg unter einem stumpfen Winkel zur Nasspresse geleitet wird. Ueber die Leitwalzen *E* und *F* läuft auch der die Papierbahn sonst durch die Nasspresse führende Unterfilz. Durch die Stellung der vordersten Leitwalze *D* dieses Filzes wird die am Oberfilz haftende Bahn gleich nach Verlassen der Gautsche vom Unterfilz mitgeführt und bei der stumpfwinkligen Leitung über *E* zwischen beiden Tüchern festgepresst. Dieselbe wird darauf unter die Nasspresse geleitet und kann nunmehr, nur noch durch den Oberfilz geführt, über Leitwalze *W* auf den Trockencylinder *H* abgegeben werden.

Dieser erste Trockencylinder wird gleichfalls noch von dem Oberfilz angetrieben und ist behufs genauer Einstellung mit einer Stellschraube versehen, zu deren Bewegung das Vorgelege *K* dient.

Das auf solchen Maschinen angefertigte Papier ist nur auf der Seite glatt, mit welcher es auf dem Trockencylinder lag, auf der andern aber rauh. Für viele Zwecke genügt jedoch eine glatte Seite, und es entstand desshalb grosser Bedarf dafür, welcher die Aufstellung vieler Maschinen der beschriebenen Art veranlasste.

Infolge einer von dem Maschinenfabrikanten J. W. Erkens in Düren beim Patentamt angestrengten Klage wurde das Patent 46 422 im Jahre 1891 nichtig erklärt. Die klagende Firma wies, wie in Nr. 9 der Papier-Zeitung von 1891

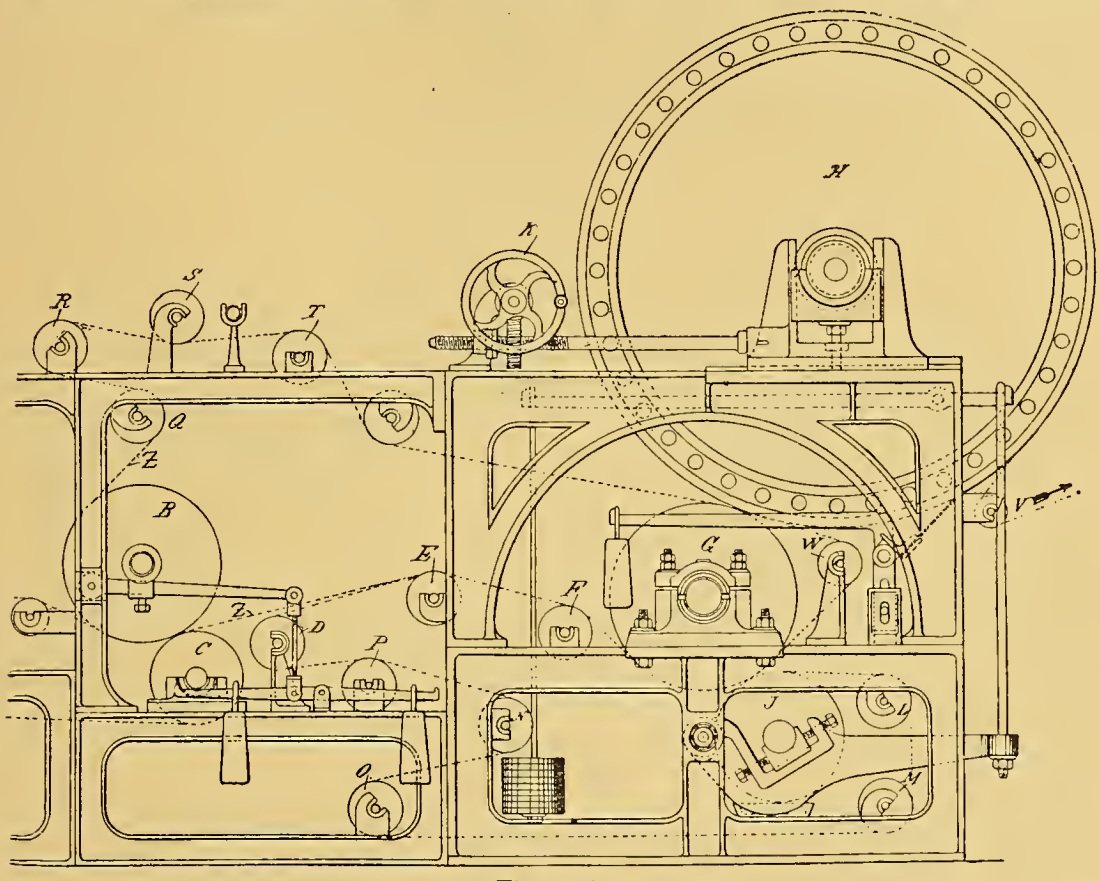


Fig. 1658.

ausgeführt ist, nach, dass sie schon vor Anmeldung des erwähnten Patents Maschinen solcher Art gebaut hatte, die in offenkundigem Betrieb waren. Nachstehend ist desshalb in Fig. 1659 in 1 : 50 der wahren Grösse das Wesentliche der Bauart dargestellt, von welcher Erkens 1895 fünf Maschinen geliefert und in Betrieb gesetzt hat. Dieselbe unterscheidet sich von der in Fig. 1658 gegebenen dadurch, dass sie mit Einrichtung zur Anfertigung dicker einseitig glatter Papiere versehen ist, sodass darauf Papiere von 12 bis 250 g das qm erzeugt werden können.

Die Maschinen werden aus (nicht gezeichneten) Stoffbütten mit liegenden Rührwerken und Schöpfrädern von der auf Seiten 516 bis 522 beschriebenen Art gespeist. Da die Leistung des Siebwasser-Schöpfrades (*C* in Figg. 1023/4

Seite 1092) nach der Erfahrung der Firma durch Pumpen nicht erreicht wird, so verwendet sie zum Heben des Siebwassers stets Schöpfräder mit möglichst vielen Bechern. Der Papierstoff fliesst über den zum Kippen eingerichteten Sandfang und zwei Planknotenfänge auf das etwa 12 m lange Sieb, dessen Register- und Leitwalzen grosse Durchmesser haben.

Der letzte Theil des Siebtisches mit den beiden Saugern *1* aus verzinktem Eisenblech und den Gautschwalzen *2, 3* ist aus Fig. 1659 erkenntlich. Bei Anfertigung dünner Sorten liegt die obere Gautschwalze *3* in dem Oberfilz *4*, welcher die daran hängende Papierbahn durch die Hauptpresse *5, 6* führt und an den Trockencylinder *T* abgiebt. Die untere gusseiserne Presswalze *5* ist vom

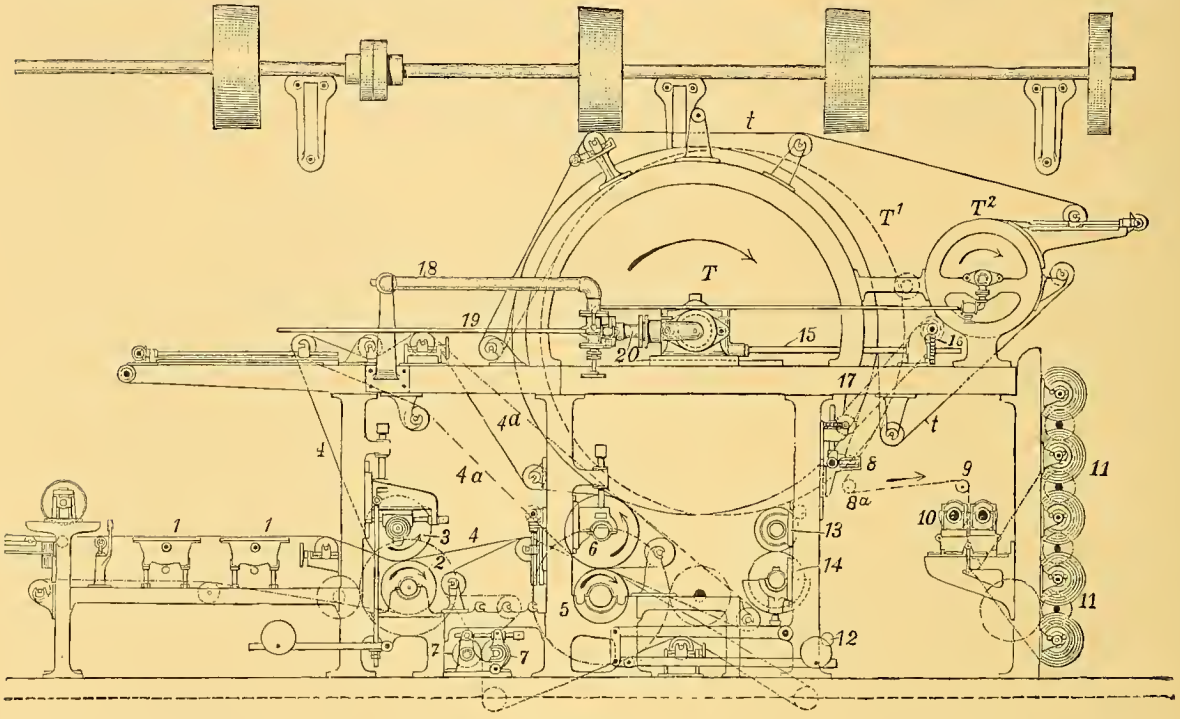



Fig. 1659.

untern Filz umgeben, der beständig gewaschen und mittels einer aus Guss- und Gummiwalze bestehenden Waschpresse *7* wieder entwässert wird. Der Filz soll dadurch so rein bleiben, dass er nur nach erfolgter Abnutzung herausgenommen werden braucht. Walze *5* ist festgelagert, wird mit Reibungsrad angetrieben und nimmt die aus bestem Buchenholz mit dicker schmiedeiserner Welle bestehende Hauptwalze *6* mit. Letztere überträgt ihre Bewegung auf den Trockencylinder *T*, der von 2 bis 3 m Durchmesser haben kann. Die in der Richtung des Pfeils über den Trockencylinder gelaufene Papierbahn wird über Leitwalzen *8* und *9*, durch Längsschneider *10* auf den Roller *11* oder auf einen weiter abstehenden, in der Zeichnung weggelassenen Haspel geführt.

Nur leichte Papiere bis zu etwa 35 g das qm bleiben nach Verlassen des Siebes an der untern Seite des Oberfilzes *4* hängen, bei schweren kann man darauf nicht sicher rechnen.

Wenn daher dicke Papiere von etwa 40 g das qm aufwärts angefertigt werden sollen, muss man den Trockencylinder *T* von der Hauptwalze *6* abrücken, bis er die mit strichpunktirter Linie angegebene Lage $T^1$ einnimmt. Die Gautschpresse wird dann mit Reibungsrad selbständig angetrieben und die obere freigelegte Walze mit Bürste und Spritzrohr versehen. Der Oberfilz *4* darf die obere Gautschwalze nicht mehr umfassen, sondern kommt in die strichpunktirte Lage *4a*, in welcher er nur als gewöhnlicher oberer Nassfilz wirkt. Die Papierbahn wird mit der Hand von der Gautschwalze abgenommen, auf den untern Nassfilz gelegt und geht zwischen diesem und dem Oberfilz *4a* durch die jetzt als Nasspresse dienende Hauptpresse *5/6*. Von den Filzen abgenommen wird die Papierbahn über die Leitwalze *12* weg in die Wickelwalzen-Presse, d. h. zwischen Wickelwalze *13* und den in Lage $T^1$ befindlichen Trockencylinder gebracht. Die von

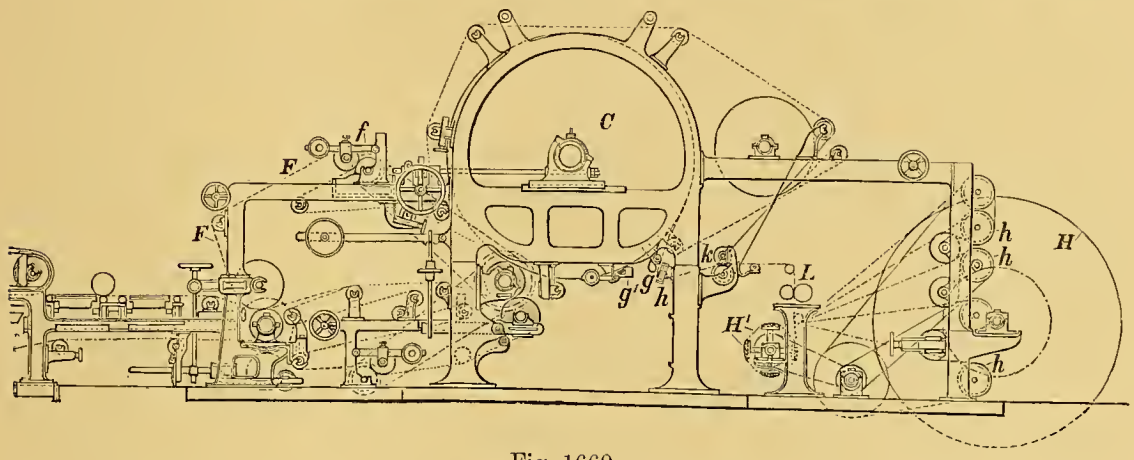



Fig. 1660.

der Tragwalze *14* befeuchtete Wickelwalze *13* giebt der daran liegenden Seite der Papierbahn eine rauhe Oberfläche, während die an den Cylinder $T^1$ gepresste Seite glatt wird. Die getrocknete Papierbahn wird über Leitwalzen *8a* und *9* durch die Kreismesser *10* und auf den Roller *11* geführt. Der Trockencylinder wird in der Lage $T^1$ besonders angetrieben und ist zur Verhinderung des Welligwerdens und der Schnallenbildung der Papierbahn mit Filz *t* und Filztrockner $T^2$ versehen. Die Verschiebung des Trockencylinders aus der Lage *T* nach $T^1$ erfolgt mittels Schraubenspindeln *15*, deren Drehung durch Vermittelung der Schneckentriebe *16* und *17* gleichzeitig die Führungswalze *8* in die Lage *8a* versetzt. Die Leitungen *18* für den Abdampf der Dampfmaschine und *19* für den Frischdampf vereinigen sich in einem Rohr *20*, welches in einer Stoffbüchse liegt und sich darin verschieben kann.

Die Maschine arbeitet bei 2500 mm Durchmesser des Trockencylinders und 2100 mm beschnittener Papierbahn von 15 g das qm noch mit 60 m in der Minute. Von dicken Papieren soll sie bis über 4000 kg in 24 Stunden liefern.

Die in Fig. 1660 in 1:75 der wahren Grösse dargestellte Seidenpapier-Maschine von Gebr. Hemmer, Akt.-Ges. in Neidenfels i. d. Pfalz, unterscheidet sich von den vorher beschriebenen zunächst dadurch, dass auch der Oberfilz *F* mit einer Waschpresse zu dauernder Reinigung versehen ist. Der Schaber *g* mit hin- und hergehender Stahlklinge sorgt für rechtzeitige Ablösung des getrockneten

Papiers vom Cylinder *C*. Der »Wasserschaber« $g^1$, durch welchen fortwährend Wasser strömt, verhindert Krustenbildung auf dem Cylinder. Die Papierbahn geht dann unter der Leitwalze *h* weg durch das Walzenpaar *k*, welches für deren gleichmässige Spannung beim Verlassen des Cylinders *C* sorgt und jede Rückwirkung verhindert, welche durch unvorsichtige Behandlung beim Führen über Schneidmaschine *L* und Haspel *H* eintreten könnte. Wenn das Papier in Bogen geschnitten werden soll, führt man es, nachdem es durch den Längsschneider *L* gegangen, auf den Haspel *H* von mehr als 2 m Durchmesser, und während dieser sich entleert, wird es auf den Hilfshaspel $H^1$ gewickelt. Wenn nach erfolgter Abnahme des aufgewickelten Papiers die Bahn von Neuem auf *H* gehaspelt wird, lässt man das auf dem Hilfshaspel $H^1$ befindliche Papier so mit auflaufen, dass bis zu dessen Abwicklung eine doppelte Bahn auf *H* läuft. Die Maschine ist so eingerichtet, dass man anstelle des grossen Haspels Rollwellen *h* einlegen und das Papier in Rollen aufwickeln kann. Wenn diese Umwechslung häufig nöthig wird, empfiehlt es sich, über der Maschine einen Laufkrahn anzubringen, mit welchem Haspel *H* im ganzen herausgenommen und wieder eingesetzt werden kann.

**588. Krepp-Papier.** Zerknittertes, gefälteltes, rauhes Papier, welches dem als Krepp bekannten Gewebe ähnlich ist, findet vielfache Verwendung zu Lampenschirmen und anderen Luxusgegenständen. Das Verfahren der Herstellung desselben auf der Papiermaschine ist in der amerikanischen Patentschrift Nr. 414557 (Papier-Zeitung Nr. 19 von 1890) folgendermaassen beschrieben:

Die aus der ersten Nasspresse kommende, vom Filz *a*, Fig. 1661, getragene feuchte Papierbahn *x* wird um Führungsrollen *b b* geleitet und dann auf den Filz *d* abgelegt, der sie zwischen die Presswalzen *A A* bringt. Hier folgt die Papierbahn der oberen Presswalze, um von dieser über die Rolle *g* nach den Trockencylindern zu gelangen. Zwischen der oberen Presswalze und der Führungsrolle *g* ist die das Zerknittern der Papierbahn bewirkende Einrichtung angebracht. Während nämlich bei den gewöhnlichen Langsieb-Papiermaschinen die Papierbahn, wie durch die punktirte Linie $x^1$ angedeutet ist, von der obern Presswalze *A* senkrecht nach oben zu der Rolle *g* geführt wird, folgt dieselbe nach vorliegender Erfindung der Presswalze noch bis zu der kleinen Rolle *n*, um über diese nach der Rolle *g* zu gelangen. Vor der Rolle *n* ist ein Schaber *m* (in Fig. 1662 vergrössert dargestellt) vorgesehen, der die Papierbahn von der Presswalze *A* abhebt und dabei das Zerknittern bewirkt. Dieses Zerknittern erfolgt nämlich dadurch, dass die Papierbahn an der oberen Presswalze *A* ziemlich fest haftet und bei dem Widerstande, den sie an dem Schaber *m* findet, sich staucht, ehe sie über den Schaber hinweg zu der Rolle *n* gelangt. Die Geschwindigkeit der Trockencylinder ist so geregelt, dass das Papier auf seinem Wege von der Rolle *n* zu den Trockencylindern nicht zu stark gespannt wird, weil sonst die Runzeln wieder verloren gehen würden. Da das Papier auf der Trockenpartie keiner starken Pressung unterworfen wird, so bleibt dasselbe porös und wasseranziehend.

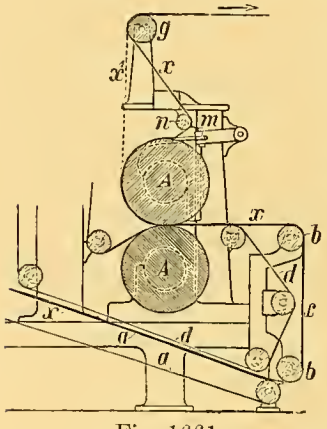


Fig. 1661.

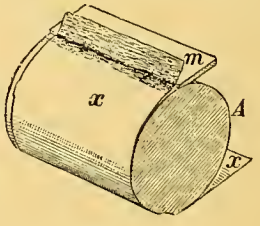


Fig. 1662.

Es wird sehr schwierig, wenn nicht unmöglich sein, das gekreppte Papier, wie erforderlich, ohne Spannung über die Trockencylinder zu führen, also zu vermeiden, dass ein Theil der Fältelung, der Kreppung auf diesem Wege wieder verloren geht. Aus diesem Grunde erscheint es sicherer, das gekreppte Papier überhaupt nicht auf der Papiermaschine zu trocknen, sondern es noch feucht abzunehmen und wie thierisch geleimte Bogen (vergl. Seiten 889 bis 915) zu behandeln.

# THEIL IV.

## KRAGEN-PAPIER.

**589. Besonderheiten der Fabrikation.** Die 1873 erschienene erste Ausgabe dieses Buches enthielt hierüber Folgendes:

Der Verbrauch von Papierkragen hat in Amerika solche Ausdehnung erlangt, dass mehrere Fabriken für die Erzeugung des dazu nöthigen Papiers besonders eingerichtet wurden und sich damit ausschliesslich befassen. Um seinem Zwecke zu entsprechen, muss das Papier dick und schwammig sein und dennoch so stark und biegsam, dass es ohne Bruch gefaltet werden kann. Dick und schwammig wird es durch die Baumwolle, stark und biegsam durch die Beimischung leinener Hadern und langes Mahlen.

Es wird sowohl auf Siebtisch- wie auf Cylindermaschinen angefertigt, doch müssen die letzteren mit mehreren Siebcylindern versehen sein. Eine der bessern Fabriken dieser Art bedient sich einer Maschine mit 3 Siebcylindern (Seiten 862—64), bei welcher drei besonders geformte Bogen auf dem gemeinsamen Nassfilz zusammenkommen. Das dreifache Papier ist zu dick, um auf die gewöhnliche Art in der ersten Nasspresse entwässert werden zu können. Die obere Presswalze ist desshalb in ein kurzes endloses Metalltuch gehüllt, durch welches das Papier auch nach der obern Seite hin Wasser abgiebt. Man stelle sich jedoch nicht vor, dass das Metalltuch die Walze wie ein Aermel umgiebt, es wird von zwei hoch gelegenen Leitwalzen in solcher Weise getragen, dass es mit der Presswalze nur da in Berührung kommt, wo diese auf dem Papier liegt, dass es aber sonst ziemlich weit von ihr absteht.

Das Baumwollgewebe, mit welchem die Kragen häufig bedeckt sind, wird gewöhnlich in den Kragenfabriken aufgeklebt, in einer Papierfabrik in Holyoke, Massachussetts, geschieht dies jedoch auf der Papiermaschine. Der Baumwollstoff wird in Rollen über der Maschine aufgehängt und mit dem Papier durch die erste Presse und die folgenden Theile geleitet.

Seit Niederschrift vorstehender Sätze hat die Verwendung von Kragen aus Papier allein bedeutend abgenommen, während Kragen aus mit Gewebe überzogenem Papier zum wahrscheinlich dauernden Bestand vieler Geschäfte gehören, weil auch diese so billig sind, dass man sie nach einmaligem Gebrauch wegwirft. Dies gilt besonders für Europa, wo jedoch das Gewebe nicht, wie oben erklärt, in der Papiermaschine mit dem Papier vereint, sondern mittels besonderer Einrichtungen aufgeklebt wird. Eine solche besteht darin, dass man das Papier von einer Rolle ab über eine Reihe von Trockencylindern führt, nachdem es sich vorher mit der von einer andern Rolle kommenden, mit Klebstoff versehenen Gewebebahn vereinigt hat. Behufs Aufnahme des Klebstoffs läuft das Gewebe über eine in einem Kleistertrog liegende Auftragwalze, und beide Bahnen vereinen sich in einem Walzenpaar, welches dieselben zusammenpresst und verhindert, dass zuviel Kleister dazwischen kommt.

# THEIL V.

## PACK-PAPIER.

**590. Erforderliche Eigenschaften.** Papier, welches zur Umhüllung anderer Gegenstände dienen soll, muss elastisch genug sein, um sich nach allen Richtungen biegen und falten zu lassen, ohne zu brechen, es soll auch genügende Stärke besitzen, um das hinein Gepackte tragen zu können, und in den meisten Fällen muss es zum Aufdrucken oder Schreiben von Adressen und dergl. geeignet sein. Ueberdies ist für viele Zwecke zu wünschen, dass es ziemlich wasserdicht und hübsch sei.

Hiernach eignen sich zu Packpapier nur Rohstoffe, die lange starke und elastische Fasern haben. In früheren Zeiten wurden Taue, Packleinen und dergl. massenhaft dazu verwendet. Neuerdings dienen jedoch diese Stoffe zur Fabrikation weisser besserer Papiere und sind für Packsorten nur noch in sehr geringen Mengen verfügbar. Die Fabrikanten waren daher genöthigt, ihren Bedarf anderweitig zu decken. Sie fanden in Amerika und England einen vortrefflichen Ersatz in dem Manillahanf und mehr noch in der Jute, während sie sich auf dem Kontinent meistens mit dem Ausschuss aller andern Hadernsorten, mit Halbwolle, und sogar mit geschliffenem Holze behelfen.

Daher kommt es, dass das amerikanische und britische Publikum sich des angenehmen starken, gemsfarbenen und gut geleimten sogenannten Manillapackpapiers erfreut, während man auf dem Kontinent und besonders in Deutschland mit wenig Ausnahmen sehr schwaches brüchiges Fabrikat findet, das den Namen Packpapier kaum verdient. Es ist zwar dem Gewicht nach viel billiger als das aus Jute gefertigte, muss aber, um nur einigermaassen brauchbar zu sein, so schwer genommen werden, dass es der Oberfläche nach viel theurer wird als das zum gleichen Zweck fabrizirte Manillapapier. Trotz seiner grössern Masse ist es weder so stark noch so hübsch wie dünneres Papier aus Jute zu gleichem Preise und nicht, wie dieses, wiederholt zum Einwickeln verwendbar. Wie in andern Ländern, wird es auch auf dem Kontinent nur der Einführung dieser Sorten mit entsprechender Erläuterung ihrer Vorzüge bedürfen, um die schlechten, nur scheinbar billigeren, in Wirklichkeit aber theureren Fabrikate aus dem Felde zu schlagen.

Bei Niederschrift vorstehender Sätze 1873/5 war Papier aus Dämpfholzschliff noch wenig verbreitet und solches aus Sulfitstoff noch nicht im Markt. Seitdem haben diese Packsorten, welche Festigkeit, Elastizität und Reinlichkeit bieten, in Europa die meisten andern verdrängt. Die aus geringem, billigem Sulfitstoff angefertigten Packpapiere treten sogar ihrer helleren Farbe und grössern Festigkeit wegen in manchen Fällen an den Platz von Braunholzpapier, engen aber jedenfalls das Verwendungs-Gebiet des letztern erheblich ein. Aus Holz-Sulfitstoff lassen sich mit Zusatz und Färbung Sorten herstellen, die man von echten Manilla-Papieren, und andere, die man von Jute-Papieren kaum unterscheiden kann. Da sie sich zu Packzwecken sehr gut eignen, wegen ihrer pergamentartigen Oberfläche (s. Seiten 1628/31) in vielen Fällen sogar besser als Hanf- und Jutestoffe, so haben sie letztere in Europa schon grossentheils verdrängt. Bei der stetigen Ausbreitung der Sulfitstoff-Erzeugung darf man annehmen, dass dieser neueste Papierstoff bald allen Märkten die besseren Packsorten liefern wird.

**591. Falsches Manillapapier** *Bogus manilla paper.* Manillapapier wurde durch seine guten Eigenschaften in Amerika so beliebt, dass die Fabrikanten es zweckmässig fanden, auch den geringsten und billigsten Packsorten so viel wie möglich dessen Farbe und Aussehen zu verleihen. Sie werden jedoch nie als echt verkauft, sondern kommen als *bogus* in den Handel.

In Qualität und Preis kommen sie zwischen dem gelben Strohpapier und den echten Manilla- bezw. Jutesorten und bestehen meistens aus Stroh und altem Packpapier. Diese beiden Rohstoffe werden in Bottichen oder Kesseln, Stroh mit Kalk, Papier mit Soda gekocht und ohne weitere Behandlung im Holländer gemahlen. Einmischen von etwas venetianisch Roth (rothe Erde) giebt dem Papier ein dem ungebleichten Jutepapier ähnliches Aussehen.

Durch Zutheilung grober Hanf- und Jutestoffe werden diese Sorten nach Bedürfniss gekräftigt und ergeben damit alle Abstufungen zwischen echten und falschen Manillapapieren.

Vorstehende Darstellung aus den Jahren 1873/5 trifft jetzt (1896) nicht mehr zu. Durch die Verbreitung der Holzzellstoffe und besonders des Sulfitstoffs hat sich die Bedeutung dieser Papiere, wie im vorigen Abschnitt erläutert, bedeutend vermindert und sie machen immer mehr den aus Holz hergestellten Sorten Platz.

**592. Packpapier für Metallwaaren.** Die Engländer haben sich wohlverdienten Ruf für Papiere zum Einwickeln von Stahlwaaren erworben. Folgende Beschreibung des Verfahrens einer der besten, von dem Verfasser besuchten, englischen Fabriken dieser Sorten dürfte um so mehr von Interesse sein, als der Zutritt vielerorts nur ausnahmsweise gestattet wird.

Die Taue, welche den hauptsächlichen Rohstoff für die bessern Sorten abgeben, werden auf einem Hadernschneider (Fig. 17) zerhackt, der insofern bemerkenswerth ist, als seine guss-

eiserne Messerscheibe einen Durchmesser von 5 Fuss hat und dadurch grosse Schneidfähigkeit erhält. Beim Durchgang dicker Taue wird die obere Speisewalze vom Arbeiter mit dem Fusse ausgehoben. Die kurzen Abschnitte fallen auf einen Rost mit schüttelnder Bewegung, wo das Flechtwerk sich vollends in seine einzelnen Theile trennt.

Das Kochen dieser Taue, sowie der ausserdem noch nöthigen Sack- und Hadernstoffe wird in Drehkesseln vorgenommen, und zwar, wie in England üblich, mit Aetznatron (kaustische Soda) von 60 pCt. Für Taue werden z. B. 10 pCt. Aetznatron verwendet, es wird aber dem Kalk nicht etwa vorgezogen, weil es bessere Ergebnisse liefert, sondern weil man es so gewohnt ist.

Die gekochten Stoffe werden in üblicher Weise im Holländer gemahlen, mit Kienruss versetzt und mit Harzseife geleimt.

Die sehr breiten Siebtisch-Papiermaschinen unterscheiden sich zunächst dadurch von den gewöhnlichen, dass sie anstelle der üblichen grossen Knotenfänge zwölf kleine von nur 20 Zoll (50 cm) Breite haben, wovon je sechs in einem gemeinsamen Troge nebeneinander liegen. Dadurch wird bezweckt, dass man stets einen Knotenfang aufheben und reinigen kann, ohne die Fabrikation zu unterbrechen, was bei den langfasrigen, nicht sehr fein gemahlenen Stoffen häufig nöthig wird. Bei der Anfertigung geringerer Sorten werden sämmtliche Knotenfänge ausgehoben und garnicht benutzt. Ebenso wird bei vielen Sorten die zweite Nasspresse ausser Dienst gesetzt und das Papier von dem ersten Nassfilz direkt auf die Trockencylinder geleitet. Trockner und Kalander sind von der in Fig. 573 dargestellten Art, das Papier wird in Rollen abgenommen und auf einer besonderen Schneidmaschine in Bogen getrennt.

Um dem Papier den erforderlichen hohen Glanz zu verleihen, lässt man es noch durch ein besonderes Glättwerk gehen, welches aus drei übereinanderliegenden Hartgusswalzen von etwa 40 cm Durchmesser und 2 m Breite besteht. Die mittlere der drei Walzen ist hohl und mit Dampf geheizt, das Papier geht aber nur durch die beiden obern, der untern Walze fällt die Aufgabe zu, die andern durch Aufeinanderlaufen glatt zu erhalten. Die Bogen müssen vier Mal durchgeführt werden, um den der Sorte eigenen Glanz zu erhalten.

Die unter den Bezeichnungen Goudronné, Theerpapier und dergl. im Handel vorkommenden Sorten werden im Wesentlichen, wie vorstehend 1875 beschrieben, hergestellt. Als Rohstoffe dienen vorzugsweise getheerte Schiffstaue, und häufig wird im Holländer noch Theer zugesetzt, damit das Papier dessen Geruch und Färbung erhält.

Die Taue werden, wie die meisten Faserstoffe, durch den viel bequemeren Sulfitstoff zum Theil ersetzt. Letzterer enthält jedoch manchmal Schwefelverbindungen, aus denen sich Schwefelsäure oder Schwefligsäure — wenn dieselbe nicht fertig vorhanden ist — entwickeln kann, die auf darin eingewickelten Stahlwaaren Rost hervorbringt. Während sich freies Chlor und freie Säure (deren Vorkommen meist verboten wird) in fertigem Papier nicht finden, kommen Alaun und Chloride darin vor, deren Gemenge sich (nach Wurster) wie Aluminium-Chlorid verhält, d. h. an feuchter Luft Anlass zur Bildung von Salzsäure giebt. Dr. Stockmeier hat diese Stoffe, wie er in Nr. 84 der Papier-Zeitung 1893 berichtet, als Ursache des Rostens von in Papier gewickelten Nähnadeln nachgewiesen.

In ähnlicher Weise empfindlich wie Nähnadeln sind die hauptsächlich in Nürnberg-Fürth erzeugten leonischen Waaren aus vergoldetem oder versilbertem Kupferdraht, sowie Blattsilber und andere Erzeugnisse der Blattmetallschlägerei. Dieselben werden geschwärzt, wenn sie mit Schwefelverbindungen in Berührung kommen, da diese Veranlassung zur Bildung von schwarzem Schwefelsilber u.s.w. geben. Dr. Stockmeier in Nürnberg prüft solches Einwickelpapier, wie er in Nr. 89 Jahrg. 1892 der Papier-Zeitung erklärt, indem er zwischen die einzelnen Papierproben Blattsilber und gelbes Blattmetall legt, das Ganze in reines Filtrirpapier packt und gegen 20 Stunden der Wärme eines Trockenschranks bis 50° C. aussetzt. Wenn sich nach dieser Zeit, wie es oft vorkommt, gelbe bis braune Flecken auf dem Blattsilber zeigen, so sind die Papiere zur Umhüllung der erwähnten

Waaren unbrauchbar, da sie beim Lagern in heissen Ländern oder bei Ueberschreiten des Aequators im Schiffsraum leicht einer Temperatur von 40 bis 50° C. unterworfen werden.

Das Rosten von Stahlwaaren durch Einwirkung von Schwefligsäure lässt sich durch diesen Versuch nicht mit Sicherheit ermitteln, obwohl es bei langem Lagern und gewöhnlicher Temperatur eintritt.

## THEIL VI.

### TABAK-PAPIER

**593. Fabrikation.** Da sich der Rauch des Papiers bei Cigaretten mit dem des Tabaks mischt, lag der Gedanke, es aus Tabak anstatt aus Hadern zu bereiten, sehr nahe. In einer amerikanischen Fabrik wurde es mehrere Jahre lang in grossen Mengen auf folgende Art hergestellt:

Tabaksstengel, die anderweitig keinen Werth haben, wurden ohne vorheriges Schneiden oder Stäuben in Bottiche gefüllt, welche sonst zum Kochen von altem Papier dienten. In diesen kochte man sie mit Wasser, welches Kalk in Lösung (nicht als Milch) enthielt. Da 1000 Pfund Wasser nur etwa 1 Pfund Kalk auflösen (vergl. Seite 66), war von letzterem nur wenig nöthig und die Lösung blieb völlig klar. Die gekochten Stengel wurden mit 5 bis 10 pCt. Manilla-Halbstoff in Ganzholländern gemahlen, wo man ihnen den beim Kochen erhaltenen Tabaksaft anstatt Wasser zusetzte. Der Saft gab dem Papier den Tabaksgeschmack und der Manillahanf die nöthige Stärke, um in üblicher Weise über die Papiermaschine zu laufen. Das trockene Papier sah wie Tabaksblätter aus und brannte wie diese zu weisser Asche.

Tabakpapier wurde nicht nur nach vorstehendem der ersten Ausgabe dieses Buches entnommenen Verfahren angefertigt, sondern auch in einfachster Weise wie Büttenpapier.

Nach einem neuen spanischen Patent von Juan Franzen (1896) soll man gepulverten Tabak mit Stroh-Zellstoff mischen, kollern und dann im Holländer mahlen. Man soll daraus dunkelgraues Papier erhalten, welches wie Tabak aussieht, riecht und schmeckt. Soweit Verfasser Kenntniss davon erhielt, erlangte kein Verfahren erhebliche Verbreitung, es blieb stets bei Versuchen und beschränkter Verwendung.

## THEIL VII.

### LOESCH- UND FILTRIRPAPIER.

**594. Rohstoffe.** Papier, welches von einem anderen Blatt die Tinte der Schriftzüge oder andere Flüssigkeit einsaugen oder leicht durchlassen soll, muss möglichst schwammartig, d. h. weich und so locker sein, dass seine Fasern zahlreiche als Saugröhren wirkende Zwischenräume bilden. Die Fasern dürfen auch Wasser nicht abstossen, sondern müssen sich leicht benetzen lassen. Die Weichheit, welche fertigem Papier durch mechanische Behandlung ertheilt werden kann, trägt zu dessen Saugfähigkeit wenig bei, dieselbe muss vielmehr schon den verwendeten Rohstoffen, den Fasern, eigen sein. Hieraus ergiebt sich, dass harte Stoffe, wie Leinen und Hanf und die meisten Ersatz-Zellstoffe, ausgeschlossen sind, dass Baumwolle der geeignetste Rohstoff für Lösch-, Filtrir- und Pergamentpapier ist. Die baumwollenen Lumpen müssen nach ihrer Stärke, dem Grade von Ab-

nutzung und nach Farbe sortirt werden, weil sie nach ihrer Beschaffenheit verschiedene Behandlung erfahren und die echten, besonders rothen Farben der Stoffe erhalten bleiben sollen, damit das Löschpapier dadurch dieselbe echte Färbung erhält. Durch Zutheilung von gemahlenen Abfällen aus scharlachrothem Tuch wird einigen feinen Sorten die bekannte feurig rosarothe Farbe ertheilt und gleichzeitig die Weichheit und Saugfähigkeit erhöht.

In der ersten Ausgabe dieses Buches war die Verarbeitung von Baumwoll-Spinnabfällen folgendermaassen beschrieben:

Nachdem die Abfälle sorgfältig sortirt worden sind, lässt man sie ohne Unterbrechung durch einen Hadernschneider, einen oder zwei Wölfe und daran stossenden Stäuber gehen. Für geringe Papiere würde es dann genügen, einmal mit viel Kalk zu kochen, in feuchtem Zustand wieder zu wolfen und wie gewöhnlich im Holländer zu bleichen. Wenn sie aber, wie in einigen englischen Fabriken, zur Anfertigung feinerer Sorten dienen sollen, muss man etwa folgendermaassen verfahren:

Man kocht die geschnittenen und gestäubten Abfälle im Drehkessel mit etwa 50 pCt. Kalk, entwässert sie nach dem Waschen in einer Presse von der in Figg. 174 und 175 dargestellten Bauart und zerfetzt die gepresste Masse in einem Wolf von der in Figg. 40 und 41 gezeichneten Art. Dann werden sie in einem zweiten Drehkessel mit Aetznatron gekocht, und die davon abfliessende Lauge wird im Verein mit dem schon erwähnten Kalk nochmals zur ersten Kochung verwendet. Nachdem sie dann wieder sorgfältig gewaschen und in einer Presse entwässert worden sind, beginnt erst die Hauptreinigung.

Ein grosser Theil der in den Abfällen vorkommenden Verunreinigungen, wie Leder und Holzstückchen, besonders aber Baumwollsamen, kann auf chemischem Wege nicht beseitigt werden, da sich bei entsprechend kräftiger Behandlung auch die Baumwollfasern selbst auflösen würden. Es bleibt dafür also nur die Reinigung mit der Hand und mit Maschinen. Die Sortirung wird desshalb nicht nur sehr sorgfältig ausgeführt, sondern auch noch einmal nach dem ersten Kochen, unmittelbar vor dem zweiten, wiederholt. Da man überdies gefunden hat, dass die Abfälle in nassem Zustande viel williger die ihnen anhängenden fremden Stoffe abgeben als im trockenen, so lässt man sie nach dem zweiten Kochen, Waschen und Pressen durch eine Reihe von etwa sechs aufeinanderfolgenden Wölfen gehen, welchen hauptsächlich die Aufgabe zufällt, sie von Schäben zu befreien. Die so erhaltene Baumwolle wird im Holländer gebleicht und genau wie Hadern weiter verarbeitet. Will man keine feinen Papiere daraus machen, so können, der gewünschten Qualität entsprechend, eine oder mehrere der beschriebenen Verrichtungen weggelassen werden.

In einer amerikanischen Fabrik werden die Abfälle durch zweimaliges Kochen und nachheriges Bleichen im Holländer in einen Stoff verwandelt, welcher das beste in den Vereinigten Staaten fabrizirte Löschpapier liefert. Er ist, da die mechanische Reinigung nur unvollkommen ausgeführt wird, nicht ganz rein, aber weiss genug, um jede beliebige Färbung anzunehmen.

Der Abgang ist um so grösser, je mehr Zubereitung die Abfälle in der Papierfabrik erfahren, sie liefern je nach Qualität und Behandlung 30 bis 60 pCt. Papier.

An diese Beschreibung war die der Gewinnung von Baumwolle und Oel aus Baumwollsamen gereiht, welche in Earlestown, Lancashire, England, vor 1872 ausgeführt, aber nach grossen Verlusten aufgegeben wurde.

Jetzt (1896) ist die Papier-Fabrikation so reichlich mit Zellstoffen, besonders Sulfitstoff, versehen, dass Lumpen, besonders baumwollene, reichlich und zu mässigen Preisen zu haben sind und die Gewinnung minderwerthiger Rohstoffe mittels verwickelter Verfahren ebenso überflüssig wie unlohnend erscheint.

Der Ersatz der Baumwolle durch Zellstoffe aus Holz, Stroh u.s.w. oder gar durch Holzschliff erscheint zwar nach der Seite 1634 mitgetheilten Erfahrung und weiterhin gegebenen Gründen nicht rathsam, doch ist neuerdings (1896) Löschpapier aus Natronholzzellstoff aufgetaucht, welches sich bei der Prüfung als aussergewöhnlich weich und saugfähig erwies.

**595. Fabrikation.** Die rein weissen Baumwoll-Abschnitte werden in der Regel nur im Holländer kalt gewaschen und vorgemahlen, um dann bei Bedarf

zu Filtrir- oder Pergament-Papier verarbeitet zu werden. Andere Sorten werden mit Kalk gekocht und mit Chlorkalk gebleicht, weisse mit wenig Kalk u.s.w., schmutzige und farbige mit mehr. Harte kräftige Baumwollstoffe lässt man nach dem Kochen einige Tage auf Haufen liegen, damit sie durch Gährung mürber werden, muss aber durch Wenden und rechtzeitige Unterbrechung dafür sorgen, dass die Gährung nicht zu weit geht, die Lumpen nicht zu sehr angreift, was beim Waschen derselben grosse Faserverluste zur Folge hat (vergl. Seite 13). Hellfarbige und besonders rothe Kattunlumpen dürfen weder gekocht noch gebleicht, sondern nur gründlich gewaschen werden, damit ihre für Löschpapier sehr werthvolle Farbe nicht leidet. Dasselbe gilt für scharlachrothe Tuchabfälle, die man nur wäscht, zu $^3/_4$ Ganzzeug vermahlt und so, möglichst entwässert, aufbewahrt.

Die Fasern müssen, um möglichst viele Saugröhren im Papier zu bilden, von möglichst gleicher Länge sein, weil sonst die kurzen die Räume zwischen den langen ausfüllen, auch dürfen sie keine anhängenden Theile haben, sollten also grösste Reinheit besitzen. Stoffe, welche wie Stroh- und manche andere Zellstoffe vermöge der verschiedenen Länge ihrer Fasern dicht geschlossenes Gefüge liefern, eignen sich nicht zu Lösch- und Filtrirpapier.

Nach dem Waschen werden die Lumpen zu Halbzeug gemahlen und zwar behufs Vermeidung von Stoffverlust nicht zu kurz, anderseits jedoch so gründlich zerfasert, dass sich keine Stücke mehr darin finden.

Für das Bleichen gilt das auf Seite 144 und folgenden Gesagte. In der Regel kommt man mit 3 bis 6 pCt. Chlorkalk und entsprechender Menge Schwefelsäure aus, da sich baumwollene Lumpen leicht bleichen lassen.

Wenn die gebleichten Stoffe lange genug in den Abtropfkasten gelagert hatten, um das darin gebliebene Chlor zu erschöpfen, so kann man, um Stoffverlust zu vermeiden, das Auswaschen im Ganzholländer ersparen. Der Stoff muss, um weiches Papier mit möglichst gleichmässig langen Fasern zu ergeben, rösch gemahlen, d. h. nicht zu dick eingetragen werden, die Schienen sollen eher scharf als stumpf sein, und man darf die rasch umlaufende Walze manchmal auf das Grundwerk herablassen. Man hüte sich jedoch, zuviel Wasser einzulassen, weil allzu dünnflüssiger Stoff von der Walze zu lebhaft herumgeschleudert wird und zur Bildung von Graupen Anlass giebt. Für dicke Papiere oder Karton muss der Stoff wie immer kürzer gemahlen werden als für dünnes Papier.

Nach Ansicht mancher Fabrikanten erhöhen mineralische Füllstoffe in mässigen Mengen die Saugfähigkeit der Löschpapiere, und sie wenden dazu Chinaclay und Asbestine (Seiten 397 und 405) an, manchmal auch die auf chemischem Wege hergestellte theure kohlensaure Magnesia, welche sich durch geringes spezifisches Gewicht dazu empfiehlt. In Nr. 34 der Papier-Zeitung von 1895 berichtete ein Papiermacher über einen Fall, wo zu schmierig gemahlenes hartes Löschpapier infolge Zutheilung von Kaolinerde in der Stoffbütte löschfähiger wurde, d. h. die Tinte rascher aufsaugte. Da in Lösch-, Filtrir- und dergl. Papieren die Poren offen bleiben müssen und dieselben desshalb nicht geleimt werden dürfen, so können sie nur wenig von den zugetheilten Füllstoffen behalten, der grösste Theil wird vielmehr auf dem Sieb mit dem Wasser abfliessen. Deren nützliche Wirkung könnte sonach nur darin bestehen, dass sie sich zwischen die Fasern legen, diese auseinander halten und durch Abfluss eines grossen Theils

Hohlräume, d. h. saugende Kapillar-Röhrchen im Papier lassen, vielleicht auch die Benetzbarkeit der Fasern durch ihre Umkleidung erhöhen. Die Möglichkeit einer solchen Wirkung scheint jedoch durch Anwendung grosser Mengen Füllstoff, von dem nur wenig im Papier bleibt, theuer erkauft, und es scheint vortheilhafter, Löschpapier aus solchen Faserstoffen und in solcher Weise herzustellen, dass man die zweifelhafte Verbesserung durch Füllstoffe nicht braucht.

Jede im Holländer zugesetzte Farbe wird die Saugfähigkeit um so mehr beeinträchtigen, je mehr sie die zwischen den Fasern gebildeten Hohlräume oder Saugröhren füllt oder verstopft. Am meisten geschieht dies durch flockig abgeschiedene Lackfarben, weniger durch körnige Niederschläge und am wenigsten durch Anilinfarben. Da jedoch als Beize für letztere Alaun oder schwefelsaure Thonerde in Lösung zugegeben werden muss, so kommen auch damit Stoffe in die Masse, welche das Offenhalten der leeren Zwischenräume und damit die Saugung beeinträchtigen können.

Auch aus diesem Grunde empfiehlt es sich, farbige Löschpapiere aus farbigen Lumpen anzufertigen, die überdies noch den Vortheil bieten, dass ihre Farben echt sind. Wenn sogenanntes melirtes Papier gewünscht wird, setzt man dem weissen Stoff im Ganzholländer eine angemessene Menge drei Viertel gemahlenen rohen Kattuns von der gewünschten Färbung, meistens von dunkelblauem Kattun zu.

Was von dem Einfluss der Farben gesagt ist, gilt in geringerem Grade auch für das Fabrikations-Wasser, dessen Verunreinigungen oder Niederschläge gleichfalls die Poren verstopfen. Harte Wasser, aus denen sich Kalksalze ablagern können, sind daher ungeeignet und sollten durch Soda weich gemacht werden, wenn man nicht vorzieht, die Kalksalze durch Zusatz von Salzsäure in Chloride zu verwandeln. Während die Kalksalze des verdampfenden Wassers in unlöslichem Zustande zurückbleiben, saugen die Chloride Feuchtigkeit aus der Luft, halten das Papier feucht geschmeidig und erhöhen die Benetzbarkeit. Da aber alle solche Behelfe kostspielig sind und andere Nachtheile mitbringen, so ist reichliches reines und weiches Wasser stets am wünschenswerthesten.

Das fertige Ganzzeug sollte, um Graupenbildung zu verhüten, nicht mehr als unumgänglich nöthig bewegt und auch in den Stoffbütten nicht allzu viel gerührt werden. Nöthigenfalls lässt man die Rührer erst kurz vor dem Ausarbeiten der Bütte umlaufen.

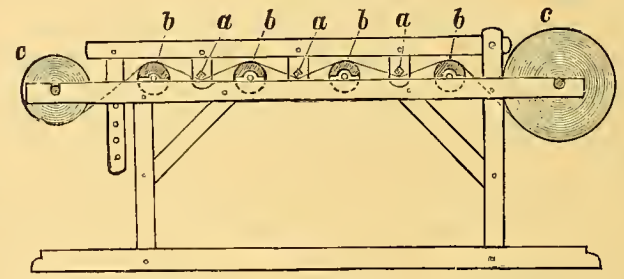
Da der rösch gemahlene ungeleimte Stoff das Wasser sehr rasch abziehen lässt, so hat man sein Augenmerk darauf zu richten, die Fasern so lange wie möglich schwebend zu erhalten, um ihnen zur Lagerung nach allen Richtungen Gelegenheit zu geben. Man vermindert desshalb allzu raschen Abfluss des Wassers dadurch, dass man dem Sieb kurze aber schnelle Schüttlung ertheilt. Da das Papier möglichst locker werden soll, darf es in den Gautsch- und Nasspressen nur möglichst geringen Druck erfahren, und auch die Sauger sollen nicht allzu sehr ziehen. Die Trocknung auf den Cylindern darf nur allmälig vor sich gehen, da sich die Fasern bei grosser Erhitzung zusammenziehen und die Zwischenräume vermindern. Die Durchlässigkeit des Papiers erleichtert die Verdampfung des Wassers so sehr, dass sich langsame Trocknung leicht ausführen lässt.

**596. Rauhen, Prägen, Glyceriniren von Löschpapier.** Wenn Löschpapier weitere Behandlung erfahren soll, so geschieht dies am zweckmässigsten in

endloser Bahn, und man darf es dann nicht in der Maschine in Bogen schneiden, sondern muss es in Rollen abnehmen. Falls sogen. Wollenlöschpapier hergestellt werden soll, so geschieht dies nicht etwa durch Verwendung von Wolle zur Stoffmischung, sondern nur durch solches Aufrauhen der Oberfläche, welches derselben wolliges Aussehen verleiht. Nach einer dem »Papiertechniker« entnommenen, in Figg. 1663 und 1664 wiedergegebenen Skizze hat die zum Aufrauhen dienende Einrichtung so einfache Bauart, dass sie in der Fabrik-Werkstatt hergestellt werden kann. Das Löschpapier wird von einer der Rollen *c* ab-, auf die andere gerollt, geht auf diesem Wege über die Walzen *b* und zwischen diesen unter vierkantigen Eisenstangen *a* durch, welche man so stellen kann, dass sie mehr oder weniger auf das darunter durchziehende Papier drücken. Das Auf- und Abrollen kann durch Riemenbetrieb oder Kurbeldrehung der Aufwickelwalze erfolgen.

Der Oberfläche des Löschpapiers wird häufig durch Prägung das Aussehen von Geweben und damit anscheinend porenreiche Beschaffenheit gegeben. Dies geschieht dadurch, dass man alte, nicht zu glatt gewordene Maschinensiebe von Nr. 50 bis 60 auf das Format der Löschbogen schneidet und abwechselnd zwischen diese legt, bis ein etwa zwei Finger dickes Paket entstanden ist. Dieses bedeckt man auf beiden Seiten mit Schutzpappen und führt es durch Presswalzen, von denen es angemessenen Druck erhält. Anstatt Metallsieb kann man auch grobe knotenfreie Leinen- oder Packstoffe nehmen, die man durch Waschen und Trocknen vorher von ihrer Appretur befreit. Aufrauhen und Prägen kann man nur bei dickem Löschpapier oder -Karton anwenden, weil dünnes solche Bearbeitung, besonders das Aufrauhen, gar nicht ertragen würde. Während letzteres zur Oeffnung der Faser-Zwischenräume beiträgt, wird durch das Einpressen von Geweben ein Druck auf die Oberflächen geübt, der die Saugfähigkeit beeinträchtigen kann. Obwohl das Papier dadurch porenbedecktes Aussehen erhält, wird es desshalb vielleicht weniger gut löschen als ohne die Prägung.

Fig. 1663.



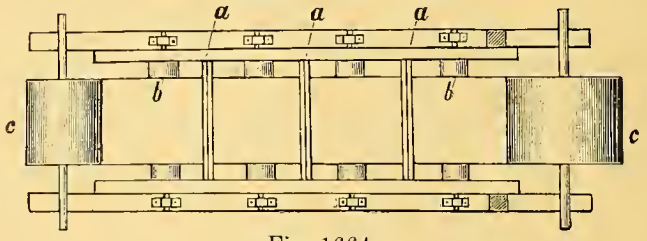




Fig. 1664.

Manche Löschpapiere sollen dadurch geschmeidig werden, dass mit einem Zerstäuber eine stark verdünnte Lösung von Glycerin darauf geblasen wird. Da Glycerin Wasser anzieht, so wird das Papier dadurch stets feucht bleiben. Die durch Glyceriniren verursachte Arbeit und Kosten werden jedoch durch solches künstliches Feuchthalten um so weniger ausgeglichen, da man dieselbe Wirkung durch Lagern in feuchten Räumen, Kellern und dergl. erreichen kann. Ausserdem erscheint es unzweckmässig, Löschpapier im voraus mit Wasser zu tränken, da es dann beim Gebrauch um die schon aufgenommene Menge weniger Flüssigkeit aufsaugen kann.

**597. Prüfung der Löschfähigkeit.** Der Grad der Saugfähigkeit lässt sich dadurch bestimmen, dass man ermittelt, wie hoch Wasser, in welches das Ende eines senkrecht aufgehängten Löschpapier-Streifens taucht, in bestimmter Zeit darin emporsteigt. Die Leipziger Papierprüfungs-Anstalt von O. Winkler hat dazu die von L. Schopper in Leipzig gebaute, in Fig. 1665 dargestellte Einrichtung ausgearbeitet. Der verschiebbare Arm, welcher die Querstange *a* mit den Maassstäben *b* trägt, wird so hoch hinaufgeschraubt, dass man die etwa 2 cm breiten Löschpapier-Streifen mit den Federklemmen *c* bequem so aufhängen kann, dass sie die Maassstäbe *b* nicht berühren. Wenn man das in Holz eingelassene Zinkgefäss *d* bis auf vorgeschriebene Höhe mit Wasser füllt und den Querstab *a* soweit als möglich herablässt, so fällt der Nullpunkt auf den Wasserspiegel. Damit aber der Maassstab nicht eintaucht, so fängt seine Theilung erst 2 mm über dem Wasser an und geht bis 300 mm Höhe. Der Behälter *d* ist so gross, dass das Absaugen von Wasser durch die schmalen Streifen keine merkbare Verminderung hervorbringt. Man notirt nun nach der an einem Haken des Gestells aufgehängten Taschenuhr *f* die Zeit des Herablassens der Streifen und der Steigung des Wassers in den Streifen bis zu gewissen Höhen und erhält damit Tabellen zur Vergleichung. Das Wasser steigt anfangs rasch und nach und nach langsamer, doch lässt sich die obere Grenze immer deutlich erkennen. Die grösste beobachtete Steighöhe war 98 mm innerhalb 10 Minuten.

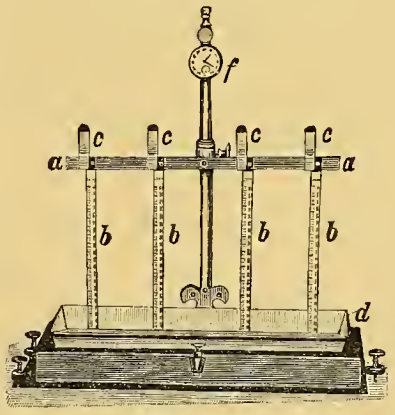


Fig. 1665.

Von anderer Seite wird geltend gemacht, dass Löschpapier nicht nur viel Wasser einsaugen, sondern auch bei der Verwendung die Tinte sofort aufnehmen soll, weil es sonst trotz grosser Saughöhe das Geschriebene verschmiert. Die Fähigkeit, Tinte bei der Berührung des Geschriebenen sofort aufzunehmen, kann man als »Benetzbarkeit des Papiers« bezeichnen, und da Saugfähigkeit ohne leichte Benetzbarkeit nicht zur Erfüllung der Aufgabe von Löschpapier genügt, so verdient auch letztere Eigenschaft die Beachtung der Fabrikanten.

**598. Filtrirpapier.** Wenn Filtrirpapier zu chemischen Analysen benutzt und dabei verbrannt wird, soll es nur so wenig Asche hinterlassen, dass dieselbe bei der Ausrechnung womöglich als Null angenommen werden kann. In der Munktell'schen Fabrik zu Grycksbo in Schweden, welche seit einem Jahrhundert solches Filtrirpapier anfertigt, werden dem dreiviertel gemahlenen und mit Centrifuge entwässerten Stoff mit Salz- und Fluss-Säure u.s.w. die den Fasern eigenen Mineralstoffe nach Möglichkeit entzogen, ehe derselbe weiter verarbeitet wird. Das letzte Auswaschen des mit Säuren behandelten Stoffs erfolgt mit destillirtem Wasser, und es gelingt damit, Filtrirpapier herzustellen, welches nur 0,00003 pCt. Asche hat. Ausserdem muss es von grösster Reinheit, richtiger Durchlässigkeit und doch so fest sein, dass es das damit vorgenommene Falten, Nässen u.s.w. aushält. Es wird desshalb aus reinsten kräftigen, meist baumwollenen, weissen Lumpen hergestellt, die keiner chemischen Behandlung bedürfen, also weder gekocht noch gebleicht werden, von Hand geschöpft und ausgefroren. Die Fabrik muss mit

reinstem weichen Wasser reichlich versehen sein und in solchem Klima liegen, dass die Fasern der aufgehängten Bogen von dem darin entstehenden Eis auseinandergetrieben werden. Dadurch wird es nicht nur saugfähig, sondern gewinnt auch an Weisse. In Grycksbo werden Päcke von quadratischen Blättern solchen Papiers auf der Drehbank so abgedreht, dass die bekannten runden Filtrirpapiere daraus entstehen. (Vergl. Reisebriefe aus Skandinavien in Nr. 70, Jahrg. 1896 der Papier-Zeitung.)

In manchen Fällen ist für chemische Zwecke so grosse Scheidungsfähigkeit nöthig, dass auch feine Niederschläge wie Bariumsulfat, welche durch viele Filtrirpapiere gehen, darauf zurückgehalten werden. Mit manchen Filtrirpapieren erhält man klares Filtrat, wenn man sie doppelt nimmt, bei anderen geht Bariumsulfat auch dann noch durch.

Die Filtrirfähigkeit lässt sich nach der Geschwindigkeit bemessen, mit der eine bestimmte Menge Wasser von bestimmter Temperatur durch ein Filter von bestimmter Grösse geht. Bei einem Filter von 10 cm Durchmesser und 15° C. brauchen 100 ccm Wasser, nach O. Winkler, von $^3/_4$ bis $9^1/_4$ Minuten zum Durchgang.

---

# THEIL VIII.

## PAPPEN.

**599. Bezeichnung und Erzeugung.** Unter »Pappe« wurde, wie der Name andeutet, anfangs wahrscheinlich eine Waare verstanden, die aus zusammengepappten Papierbogen bestand. Die Bezeichnung passt sowohl für solche Pappen, deren Lagen durch Klebstoff miteinander verbunden wurden, als auch für die nur aufeinandergegautschten und durch Druck vereinigten Bogen. Man konnte sich daher durch Trennung der Schichten stets überzeugen, ob man es mit Pappe oder dickem Papier zu thun hatte. Die Prüfung lässt sich leicht dadurch ausführen, dass man die Pappe an einer Ecke anzündet und zum Theil verbrennen lässt. Beim Verbrennen trennen sich die zusammengeklebten oder -gegautschten Lagen so, dass man sie leicht unterscheiden und zählen kann.

Seit Einführung der Papiermaschine ist diese Unterscheidung nicht mehr richtig, da es Pappen giebt, die aus geschlossener Masse — nicht aus Lagen — hergestellt werden. Strohpappen werden z. B. in Dicken bis zu 3 mm, wie Seiten 1098 bis 1105 beschrieben, in einer geschlossenen Bahn erzeugt. In ähnlicher Weise dienen andere Langsieb-Maschinen zur Herstellung dünner Pappen in endloser Bahn. Diese letzteren Sorten dürften nach obiger Unterscheidung nicht zu den Pappen gezählt werden, da sie nicht aus mehreren Lagen bestehen, sondern müssten als aussergewöhnlich dicke Papiere gelten, obwohl sie nach ihrer Verwendung, nach ihrer Art und nach Handelsbrauch Pappen sind. Da die Langsieb-Maschine Papiere in allen Dicken bis zu 3 mm liefert, so lässt sich durch kein Merkmal und keine Prüfung mehr feststellen, bei welcher Dicke das Erzeugniss noch Papier und bei welcher Pappe heissen soll.

Da viele nicht sehr dicke Papiere und Pappen besonders in Amerika (vergl. Seiten 866 und 1384 bis 1390) aus 2 bis 12 auf Siebcylindern entstandenen Bahnen bestehen, so kann auch die Zusammensetzung aus mehreren Lagen und deren Trennbarkeit nicht mehr als Merkmal für Pappe gelten.

Nur solche Erzeugnisse, deren Lagen durch Klebstoff vereinigt sind, wären im Sinne der ursprünglichen Auffassung und nach dem jetzigen Stande der Technik zweifellos »Pappe«, und diese nennt man nach neuerem Handels- und Gewerbsbrauch Kartons. Eine grössere Zahl von Fabriken befasst sich beinahe ausschliesslich mit deren Herstellung, d. h. mit dem Zusammenkleben mehrerer Papierlagen, und dieselben nennen sich »Karton-Fabriken«.

Da es somit von willkürlichen Ansichten abhängt, ob man ein dickes Papier als Pappe bezeichnen will, so müsste bei der Bezeichnung »Pappe« in Zolltarifen und anderen wichtigen Schriften genau angegeben werden, was darunter verstanden sein soll, oder sie müsste ganz wegfallen. Angesichts der Unmöglichkeit der Feststellung einer Grenze zwischen Papier und Pappe wäre es am zweckmässigsten, wenn letztere nur als Papier angesehen würde und das Wort »Pappe« ganz in Wegfall käme.

Zur Anfertigung von Pappen, d. h. von Papier bis 1,5 mm Dicke, dienen in Europa, wie vorher erwähnt, vielfach Maschinen, bei denen wie bei der Seiten 1100 und 1101 dargestellten Strohpappen-Maschine die Entwässerung durch ein Obersieb *f* verstärkt wird, welches der auf dem Langsieb entstehenden Bahn nach oben hin Wasser entzieht.

In manchen Fällen benutzen die Fabrikanten dazu Maschinen mit 2 Langsieben von der in Fig. 1655 dargestellten Art, die den Vortheil bieten, dass man verschiedene Stoffe und Farben für die beiden Lagen verwenden kann.

Auf Seiten 1369 bis 1390 ist die Erzeugung von Holzpappen und Seite 1094 sowie 1098 bis 1105 von Strohpappen beschrieben, und das dort Gesagte gilt grösstentheils auch für andere Arten von Pappen. Wenn Lumpen und altes Papier anstatt Holz oder Stroh verarbeitet werden sollen, so müssen diese Rohstoffe ebenso in Papierzeug umgewandelt werden, wie es zur Herstellung von Papier in früheren Theilen beschrieben ist.

Durch den Wettbewerb der naturfarbigen weissen und braunen Holzpappen sind die Preise solcher anderer Pappen, die keine besonderen schwer zu verleihenden Eigenschaften besitzen, derart herabgedrückt, dass nur die billigsten Rohstoffe wie geringes altes Papier u.s.w. dazu benutzt werden.

Wenn von den Pappen grosse Festigkeit verlangt wird, muss man kräftige Faserstoffe wie Taue, Säcke und dergl. zu ihrer Herstellung verwenden, deren Verarbeitung im ersten Theil dieses Werkes beschrieben ist. Diese Rohstoffe erfordern jedoch viel Arbeit und Betriebskraft und werden, seitdem die Sulfitstoff-Fabrikation grosse Verbreitung erlangt hat, vielfach durch Abfall- und Ausschuss-Sulfitstoffe ersetzt. Letztere sind nicht nur sehr fest, sondern auch weiss und erfordern keinerlei Vorarbeit.

Die Behandlung von altem Papier ist auf Seite 1072 und folgenden beschrieben.

In Europa werden Pappen von mehr als 1 mm Dicke, und häufig auch dünnere, (mit Ausnahme von Strohpappen) ausschliesslich durch Aufrollen einer auf Langsieb oder Siebcylinder angefertigten Papierbahn auf eine Formatwalze und nachheriges Trocknen der Format-Pappen angefertigt. In Amerika hat man, wie Seiten 1383 bis 1390 beschrieben, angefangen, Maschinen mit genug Siebcylindern zu bauen, um Pappen aus 12 Lagen und weniger herzustellen. Diese Maschinen widerlegen den vom Verf. 1890 geschriebenen, auf Seite 861 abgedruckten Satz, wonach sich Vereinigungen von mehr als 3 Siebcylindern unter einem Filz nicht bewährt haben. Seit deren Aufstellung in den Jahren 1892 bis 1894 hat man

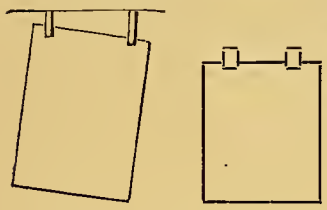
die schon Seite 1390 angedeutete Erfahrung gemacht, dass es schwer ist, Aufträge genug zu beschaffen, um so grosse Maschinen dauernd mit Anfertigung sehr dicker Pappen zu beschäftigen. Die letzt aufgestellte dieser Art konnte 1895 meist nur mit 6 Siebcylindern arbeiten, also bis sechsfache Pappen liefern, die am meisten verlangt wurden. In manchen Gegenden und für viele Zwecke dürften daher Maschinen mit 4 oder 6 Cylindern genügen, die weniger als die Hälfte der vorbeschriebenen grossen kosten. Solche Maschinen, die in Amerika schon seit vielen Jahren benutzt werden, bieten gegenüber Pappenmaschinen mit einfacher Bahn und Formatwalze den Vortheil, dass man alle 4 oder 6 Bahnen aus gleichem oder verschiedenem, z. B. die inneren aus geringerem Stoff anfertigen kann. Dadurch wird die Herstellung der verschiedensten Sorten von Bau- und anderer Pappe ermöglicht. Verf. sah beispielsweise 1893 in der Fabrik der Newton Paper Co. zu Holyoke, Mass., wie auf einer Maschine mit 4 Siebcylindern und 16 Trockencylindern von 3′ Durchmesser *Patent corrugated carpet lining,* d. h. patentirte gewellte Teppich-Unterlage angefertigt wurde. In Amerika werden nämlich die meist nur aus Brettern bestehenden Fussböden durchweg mit Teppichen belegt, und damit diese möglichst das Gefühl eines weichen schwellenden Bodenbelags hervorbringen, erhalten sie eine Unterlage von weichem, bauschigem, dickem Papier. Bei des Verfassers Besuch wurden der erste und der vierte Siebcylinder mit blaugrünem Stoff für die Aussenseiten, die beiden andern mit dunkelgrauem Halbwollstoff gespeist. Die weiche, aussen blaugrüne, innen dunkelwollgraue Pappe ging, ehe sie auf die letzten drei Trockencylinder kam, durch ein paar Stahlwalzen von etwa 20 cm Durchmesser mit durchweg gestochenen Oberflächen. Die eine hat nach bestimmtem Muster Erhöhungen, welche in Vertiefungen der anderen passen und zwischen denen die noch nicht ganz trockene gestaltungsfähige Pappe Buckeln erhält, die ihre Dicke anscheinend verdoppeln und ihr weichen Auftritt geben.

**600. Trocknen, Welligwerden und Glätten.** Auch für das Trocknen anderer Sorten gilt das auf Seiten 1373 bis 1383 für Holzpappen Gesagte. Beim Aufhängen, besonders schwächerer Sorten, ist Vorsicht nöthig, damit sie nicht wellig werden. Man muss vor Allem das Trockenhaus und die Aufhänge-Einrichtung so anordnen, dass der trocknende Luftstrom, wie bei Figg. 1332/5 auf die Kanten der Pappen trifft, also parallel mit der Pappenfläche — nicht senkrecht darauf — durchzieht. Hieraus ergiebt sich auch, dass man die Trockenhäuser in der Richtung des Durchzugs nicht zu breit, also lang und schmal bauen soll. Der durch schmalen Bau verursachte Verlust an Aufhängeraum wird durch raschere Trocknung ausgeglichen. Je höher die Temperatur der Durchzugsluft ist, desto eher kann sie veranlassen, dass die Pappen wellig werden. Man muss desshalb der Luft durch grössere Geschwindigkeit möglichste Fähigkeit zum Trocknen geben und damit gleichzeitig die Temperatur herabdrücken. Letztere sollte auch bei künstlicher, Kanal- oder Schacht-Trocknung nicht über 60 bis 70° C. hinausgehen.

Nach der Erfahrung eines tüchtigen Holzpappen-Fabrikanten ist es am vortheilhaftesten, die Pappen in Stössen von etwa ein Zoll Dicke nach alter Art zwischen Latten und darüber gesetzten Klammern zu fassen und aufzuhängen, weil sie bei diesem Verfahren den geringsten Raum und Arbeitsaufwand beanspruchen. Ausserdem bewirke das Aufeinanderhängen vieler Pappen, dass dieselben sich wenig werfen, also glatt bleiben.

Ein erfahrener Fachmann gab in Nrn. 95 und 96 von 1892 der Papier-Zeitung folgende Anweisungen:

Der Arbeiter muss die Pappe möglichst so hängen, dass sie eine gerade und keine krumme Linie zwischen ihren Aufhängungspunkten bildet, also ⊓——⊓ und nicht ⊓‿⊓; ferner dass sie senkrecht herunter und nicht schief hängt, also wie in *b* und nicht wie in *a*.



*a* *b*

Letzteres trägt auch viel zum Welligwerden der Pappen bei, da sich eine so aufgehängte Pappe gleich nach dem Aufhängen in Falten legt. Dünne Pappen, von denen 180 bis 500 auf 50 kg gehen, sollte man, wenn man sie nicht auf Cylindern trocknen kann, nur zu zweien oder mit noch mehr Bogen zusammen aufhängen. Das widerspricht zwar dem wichtigen Erforderniss der gleichen Abstände, aber bei diesen dünnen Pappen habe ich das Aufhängen in Bündeln als ganz praktisches Mittel gegen das Welligwerden gefunden.

Handelt es sich um theure Pappen, die etwas mehr Unkosten ertragen, wie feine Jacquard-, Konzept-Pappen, Pressspäne u.s.w., so kann man dem Welligwerden auch dadurch vorbeugen und es ziemlich verhüten, dass man die Pappen mehrfach umhängt, d. h. sie nach einiger Zeit gewendet, das Obere nach unten gekehrt, aufhängt.

Ich habe auch einmal einen Versuch mit einem, wenn ich nicht irre, auch patentirten Rahmen gemacht, auf welchem die Pappe auf allen vier oder nur auf zwei Seiten eingespannt und so getrocknet wurde. Die darin getrockneten Pappen verzogen sich jedoch nach dem Herausnehmen, also nachdem sie trocken waren, so, dass sie weder satinirt noch überhaupt verwendet werden konnten.

Ein weiteres Mittel zum Schutz der Pappen vor dem Welligwerden ist das vorherige starke Auspressen derselben auf einer Spindel- oder hydraulischen Presse (s. Seiten 1039—43). Gewöhnlich lasse ich alle Pappen, insbesondere aber die Lederpappen, in einer hydraulischen Presse unter einem Druck von etwa 180 bis 200 Atmosphären pressen und verfahre so, dass ich Stösse von etwa 50 bis 60 kg Nassgewicht (etwa 33 pCt. Trockengehalt) zwischen verzinkte Stahlplatten von $2\frac{1}{2}$ bis 3 mm Dicke lege. In jeden Stoss sind, je nach Stärke der Pappen, 4 bis 8 Stück Presstücher eingeschaltet, zu welchen ich billige Ausschussfilze kaufe oder auch, bei sehr starken Pappen, wo es auf die Glätte meist nicht allzusehr ankommt, alte abgenutzte Filze meiner Pappenmaschinen oder der Papiermaschine verwende. Auf diese Weise erreiche ich mit Leichtigkeit durch zweimaliges Anlassen der Presse, d. h. durch Arbeiten der Presse in zwei Absätzen, zwischen welchen eine Pause stattfindet, in welcher der Druck nur gehalten, nicht aber erhöht wird, einen Trockengehalt von etwa 48 bis 52 pCt. Es muss aber gut aufgepasst werden, da es sonst vorkommen kann, dass die ganze Pressenbeschickung zerplatzt.

In einer grösseren Fabrik, wo ich neben feinsten Lederpappen, die nach der Satinage lackirt und zu Stuhlsitzen verarbeitet und hauptsächlich nach Paris exportirt werden, auch die allerfeinsten Hadern- und Zellstoff-Pappen arbeitete, habe ich in folgender Weise ausgepresst und dadurch das Welligwerden der Pappen sowohl bei künstlich wie natürlich warmer Luft gänzlich vermieden: Stösse von etwa 10 mm Höhe kamen zwischen je 2 Presstücher, wozu nur feine, nicht markirende Filze (Ausschussfilze von Papiermaschinen) verwendet wurden. Zwischen diesen Presstüchern lagen zwei dünne, etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 mm starke verzinkte, mit 2 mm Löchern perforirte Eisenbleche und zwischen diesen ein mit Längs- und Querrillen auf beiden Seiten versehenes stärkeres verzinktes Blech von etwa 2 mm Stärke. Hierdurch hatte das ausgepresste Wasser ganz freien Ablauf, und infolgedessen konnte auch viel kräftiger gepresst werden. Ich habe die Pappen bei etwa 250 Atmosphären Druck bis auf 55 bis 60 pCt. Trockengehalt entwässert. Nach dem Pressen wurden Siebe, Platten und Filze herausgenommen und die Pappen durch eine Walzenpresse, welche mit feinsten, nicht markirenden Filzen bespannt war, gelassen, wobei abermals etwa 3 bis 5 pCt. Wasser entfernt wurden. Die auf diese Weise behandelten Pappen wellten sich nahezu garnicht. Obgleich diese Fabrikationsweise nicht gerade billig war, so lohnte sie sich doch: wir hatten sehr wenig Ausschuss und kamen mit verhältnissmässig wenigen Trockenräumen aus. Als ich die Fabrik 1891 nach mehreren Jahren wieder besuchte, fand ich die Einrichtung noch immer in Benutzung.

Wesentlich ist auch, dass die Pappen vor dem Einsetzen in die Presse recht sorgfältig übereinander geschichtet sind, d. h. dass keine Lage über die andere vorsteht, dass ferner nicht zu stark auf einmal gepresst wird, damit das Wasser leicht austreten kann und nicht etwa nur auf einer Seite herausgepresst wird, wodurch Platzen der Pappen eintritt.

Die Pappen dürfen nicht zu trocken und nicht zu feucht aus dem Trockenraum genommen werden. Lässt man sie zu trocken werden, so werden sie hart, die gewellten Stellen lassen sich

schwer herausbringen und beim Satiniren entstehen Quetsch-Falten. Werden sie zu feucht abgenommen, so entstehen beim Glätten Wasserflecke, d. h. Ausschuss-Pappen. Meinen langjährigen Erfahrungen und Trockengehaltsbestimmungen nach ist es am richtigsten, die Pappen bis etwa 80 pCt. trocken werden zu lassen, besonders Lederpappen.

Nach dem Trocknen nehme ich im heissen Sommer die Pappen etwas feuchter, vielleicht mit 75 pCt. Trockengehalt, ab und lasse sie, entweder im Trockenhaus selbst oder in nicht gerade feuchten Räumen, einige Tage liegen. Dabei haben die Pappen Gelegenheit, nachzutrocknen. Durch dieses Aufeinanderliegen gleichen sich die Pappen schon ziemlich aus, und man könnte die dickeren ohne Gefahr des Faltigwerdens schon glätten. Nach einigen Tagen, je nach dem Wetter 2 bis 5, werden die Pappen angefeuchtet, und zwar benutze ich zwei verschiedene Feuchter, die ich selbst gebaut habe, je nach Stärke der Pappen.

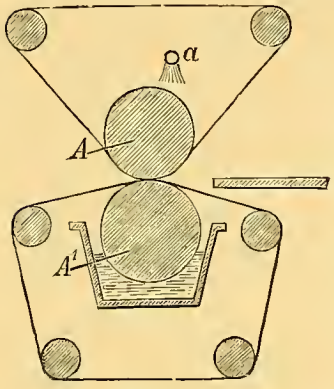


Fig. 1666.

Für mittlere und dünne Lederpappen, ferner für weisse Holz-, sowie im Stoffe gefärbte Pappen benutze ich eine Feuchtmaschine von der in Fig. 1666 skizzirten Bauart:

$A$ und $A^1$ sind zwei Holzwalzen von 150 mm Durchmesser, von denen die untere fest, die andere in Schlitzlagern gelagert ist, welche nach oben durch eine Spannvorrichtung am Hinaufgleiten verhindert wird. Die untere Walze $A^1$ taucht in einen Trog, dessen Wasserstand sich regeln lässt, während die obere $A$ durch ein Spritzrohr $a$ beliebig stark angefeuchtet werden kann. Um beide Walzen gehen Filze, wozu ich recht dünne, abgenutzte und zusammengenähte Pappenmaschinenfilze benutze, welche durch einfache Vorrichtungen leicht spann- und regulirbar sind. Durch Regelung des Wasserzulaufes bei $a$, sowie durch mehr oder minder hohen Wasserstand im Trog habe ich es in der Hand, die Nässe der Filze und somit die Feuchtigkeit der durch die Filze geführten Pappen zu regeln. Die Walzen machen etwa 30 bis 35 Umdrehungen in der Minute. Die ganze Einrichtung kann von jedem Fabrikschlosser zusammengestellt werden und kostet nicht viel.

Bei starken Lederpappen, ferner bei allen Schrenz- und Hadernpappen benutze ich einen dreiwalzigen Feuchter Fig. 1667, wobei die untere Walze $A$ fast ganz im Wasser geht, die mittlere $A^1$ die Feuchtigkeit auf die untere Seite der Pappe überträgt und die oberste Walze $A^2$ durch ein Spritzrohr $a$ angefeuchtet wird. Alle drei Walzen sind mit alten Filzen umwickelt und haben folgende Holzdurchmesser: $A$ 200 mm, $A^1$ 120 mm, $A^2$ 250 mm. Letztere ist so schwer, damit sie die immer etwas sperrigen, starken Deckel etwas ebnet und somit ermöglicht, dass die Feuchtigkeit möglichst gleichmässig die ganze Pappe überzieht. Das Spritzrohr ist drehbar, sodass man es bei recht trocknen und dicken Deckeln unmittelbar auf die Pappe richten kann. Bei recht starken Lederdeckeln habe ich auch ab und zu ein unteres Spritzrohr $b$ angewendet.

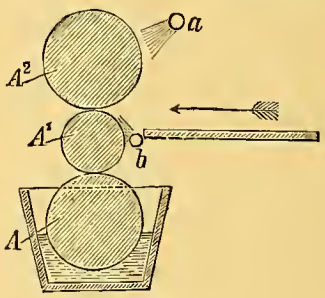


Fig. 1667.

Hier richtet sich die Zahl der Umdrehungen nach der Stärke der Pappen, doch sind im allgemeinen 40 bis 50 Umdrehungen in der Minute gerade recht. Auf der Welle der unteren Walze sitzt die Riemenscheibe. Diese Walze ist auch fest gelagert, während $A^1$ und $A^2$ in Schlitz- oder Gleitlagern ruhen.

Bei beiden beschriebenen Feuchtern drücken die oberen Walzen durch ihr eigenes Gewicht, daher muss für richtige Durchmesser gesorgt werden. Beide Feuchter sind sehr leistungsfähig und jeder genügt für eine tägliche Erzeugung bis 5000 kg, trocken gedacht.

Nach dem Einfeuchten müssen die Pappen aus mehreren Gründen wieder einige Tage in beschwerten Stössen gelagert werden, und zwar, wenn es die Räumlichkeiten erlauben, womöglich in einem feuchten dunklen Raume, damit die Nässe die Pappen recht gleichmässig durchziehen kann. Sogar solche Pappen, die sehr wellig waren, ebnen sich dann so, dass man sie, ohne Pressfalten zu erhalten, glätten kann.

Einen Tag vor dem Glätten werden die gefeuchteten Pappen in eine Spindelpresse gesetzt und zwischenlagernd mit gut satinirten starken Deckeln eingepresst, und zwar unter dem höchst zu erreichenden Druck. Hat man eine hydraulische Presse zur Verfügung, desto besser. Eine Pressdauer von einer halben bis ganzen Stunde genügt vollkommen.

Die ganze Arbeitsweise erscheint in der Beschreibung zeitraubend und kostspielig, ist es aber in Wirklichkeit durchaus nicht, und man erspart dadurch den sonst unvermeidlichen zahlreichen Ausschuss.

Ein Pappen-Feuchter, der vom Fabrikschlosser leicht angefertigt werden kann und sich leicht bedienen lässt, ist nach Nr. 104 der Papier-Zeitung von 1892 nachstehend beschrieben und in Figg. 1668 bis 1670 dargestellt.

Die eisernen Wellen $A$ $A^1$ $A^2$ von 20 bis 40 mm Durchmesser (wie man sie eben zur Hand hat) sind auf einem Holzgestell gelagert. $A$ erhält von den Riemscheiben $B$ den Antrieb. Auf allen 3 Wellen sitzen Schnurscheiben $C$, welche die Bewegung von $A$ auf $A^1$ und $A^2$ übertragen und die Führung der zu feuchtenden Pappen besorgen.

Die kräftig wirkenden Spritzrohre $D$ $D^1$ sind von halbmondförmigen, verstellbaren Blechrinnen $E$ und $E^1$ umgeben, auf welche die Wasserstrahlen fallen und dadurch zerstäubt werden. $F$ und $F^1$ sind Rinnen, welche das überflüssige Wasser auffangen und ableiten. Man hat es nun, wie leicht ersichtlich, ganz in der Hand, die Pappen mehr oder weniger zu feuchten, je nachdem man die Bleche $E$ $E^1$ stellt. Diese Feuchter eignen sich indessen vortheilhaft nur für Pappen, welche auf Trockencylindern getrocknet sind, weil andere Pappen ihrer wenig ebenen Lage wegen gern verlaufen. Der Ablegekasten $G$ ruht, seitlich gut geführt, auf kräftigen Spiralfedern und nimmt die gefeuchteten Pappen selbstthätig auf. Zur Bedienung der Maschine genügt ein Knabe oder ein Mädchen, und etwa 12 bis 1500 Bogen können in einer Stunde gefeuchtet werden. Die Schnurscheiben $C$ nimmt man am besten etwa 200 mm im Durchmesser und giebt der Maschine eine Umdrehungszahl von 30 bis 50 in der Minute.

Fig. 1668.

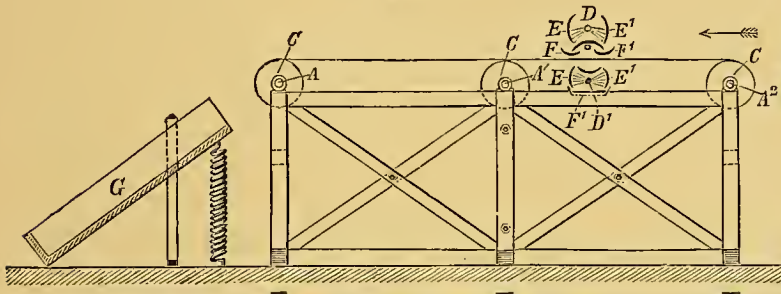
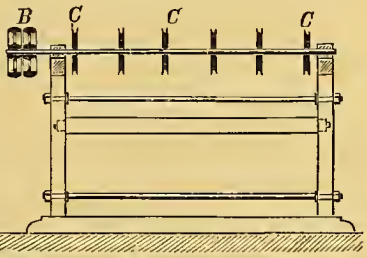



Fig. 1669.



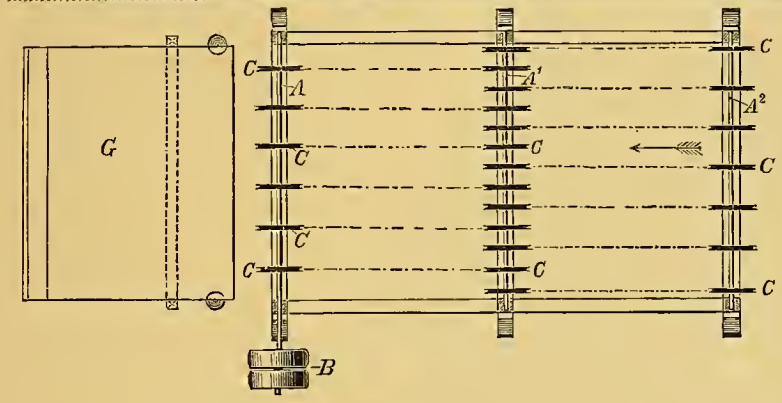




Fig. 1670.

Die Maschinenfabrik J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz liefert Feuchter, bei denen dasselbe Verfahren in vollkommener Weise angewandt ist. Einige Fabrikanten bewirken das Feuchten dadurch, dass sie die Pappen senkrecht in Eisenblech-Kasten stellen und Dampf in diese treten lassen, dass sie also die Pappen dämpfen. Der Einfluss, welchen das Feuchten ausübt, ist Seite 975, Abschnitt 359 erörtert.

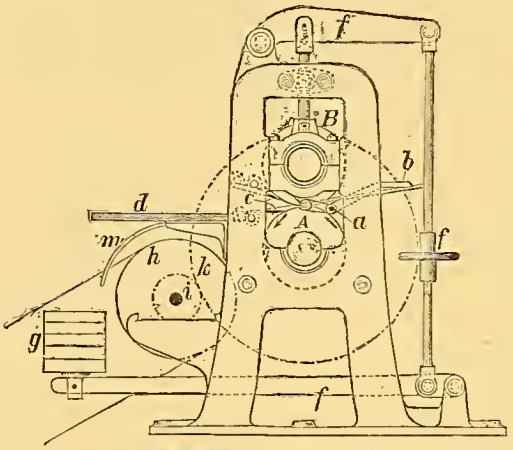
Wie nothwendig es ist, für gleichmässige Trocknung, Feuchtung und sonstige Behandlung von Bogen- oder Maschinen-Pappen zu sorgen, zeigt folgende in der ersten Ausgabe dieses Buches mitgetheilte Erfahrung.

In einer Schachtelfabrik bogen sich die von einer Maschine gelieferten Strohpappen beim Verarbeiten stets nach einer Seite hin cylindrisch ein. Nach langem, vergeblichem Forschen fand man endlich die Ursache dieser Erscheinung darin, dass eine Seite auf der obern Reihe

der Trockencylinder mit weniger Heizfläche in Berührung kam und weniger getrocknet wurde, als die andere Seite auf der untern Reihe. Sobald man in die oberen Cylinder mehr Dampf strömen liess, als in die unteren, also durch verschiedene Temperatur den Unterschied der Heizflächen ausglich, d. h. beide Seiten gleichmässig trocknete, krümmten sich die Pappen nicht mehr.

Zum Glätten der Pappen dienen in der Regel Walzwerke oder Satinirmaschinen von der auf Seiten 920/21 dargestellten Art. Ein solches nur zum Glätten von Pappen bestimmtes Walzwerk von der Maschinenfabrik Aktien-Gesellschaft vorm. Wagner & Co., Coethen i. Anh., ist beispielsweise durch Figg. 1671 und 1672 in 1 : 30 der wahren Grösse dargestellt.

Fig. 1671.



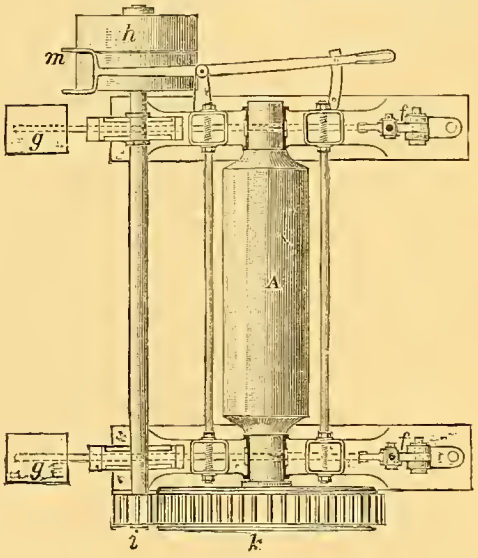




Fig. 1672.

Zwei vollgegossene Hartwalzen *A* und *B* von 300 bis 400 mm Durchmesser liegen in starkem Gestell. Die untere Walze *A* wird von der Riemscheibe *h* aus durch Vermittlung der Kammräder *i k* fünf- bis zehnmal in der Minute gedreht und theilt diese Bewegung durch Reibung der daraufliegenden Walze *B* mit. Diese wird zwar von dem veränderlichen Gewicht *g* mittels des Doppelhebels *f* niedergedrückt, ruht aber in Gleitlagern und kann daher nach oben ausweichen, wenn Pappen zwischen *A* und *B* gelangen. Diese werden meist von einem danebenstehenden Stoss abgenommen und unter die auf *A* liegende, in Hebeln gelagerte Schutzwalze *a* geschoben, welche verhindert, dass die Hand des Arbeiters zwischen *A* und *B* gelangen kann. Die Walzen *A B* werden von Schabern *c* sauber gehalten, die gleichzeitig zur Führung der heraustretenden Pappen dienen, für deren Aufnahme der Tisch *d* vorgesehen ist. Um das Walzwerk still zu stellen, hat man nur den Riemen mit der Gabel *m* auf die Leerscheibe zu schieben.

J. M. Voith in Heidenheim a. d. Brenz empfiehlt für dünne Pappen Glättwerke aus drei Walzen, nämlich oben und unten Hartwalze und dazwischen Papierwalze mit Hebelpressung. Ein solches bedarf zweier Arbeiter zur Bedienung, die Pappen werden zwischen oberer und mittlerer Walze durch, zwischen dieser und der untern Walze zurückgeschoben und fallen dann in einen schrägen Kasten. Die mittlere Papierwalze giebt soviel nach, dass etwaige Splitter und Verunreinigungen nicht zu schwarzen Flecken, wie zwischen Hartwalzen, zerpresst werden.

Für Pappen mittlerer Stärke baut Voith Glättwerke der in Figg. 1673 und 1674 in 1 : 40 der wahren Grösse dargestellten Art. Dieselben bestehen aus

zwei Hartwalzen *A B* von 35 cm Durchmesser, in welche aus Röhren *a* Dampf strömt, und deren untere unmittelbar angetriebene *B* dreissig Umdrehungen in der Minute macht. Die Bewegung wird durch Zahnräder von *B* auf A übertragen. Eine Person genügt zur Bedienung und schiebt die auf *b* liegenden Pappen einzeln zwischen die Hartwalze *A* und den von einem Wälzchen *d* angedrückten endlosen

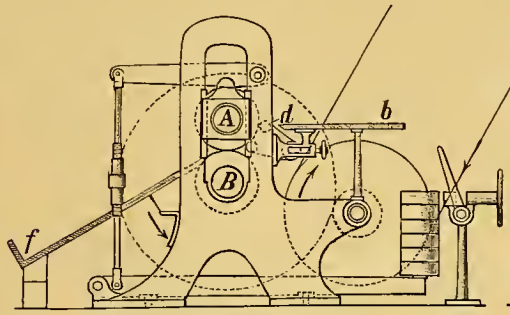



Fig. 1673.

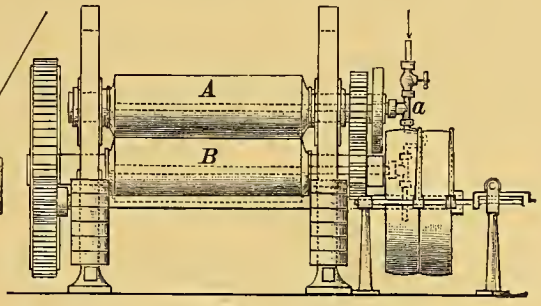



Fig. 1674.

Filz, welcher sie zwischen die Hartwalzen führt und zur Verhinderung von Faltenbildung beiträgt. Die durchgegangene Pappe fällt in den schrägen Kasten *f*. Das Kupferrohr *a* hat solche Form, dass es ohne Schaden dem Auf- und Niedergang der obern Walze *A* folgen kann. Letztere muss so gelagert sein, dass sie nach dem Durchführen eines Packs dicker Pappen nicht herabfallen kann, da sie sonst schädliche Stösse und Bruch des Dampfrohrs trotz seiner gebogenen Form verursachen könnte. Heisse hochpolirte Hartwalzen verleihen den Pappen mit weniger Durchgängen mehr Glätte und Glanz als kalte. Die Pressung muss der Stärke der Pappen angepasst und bei jedem folgenden Durchgang verstärkt werden.

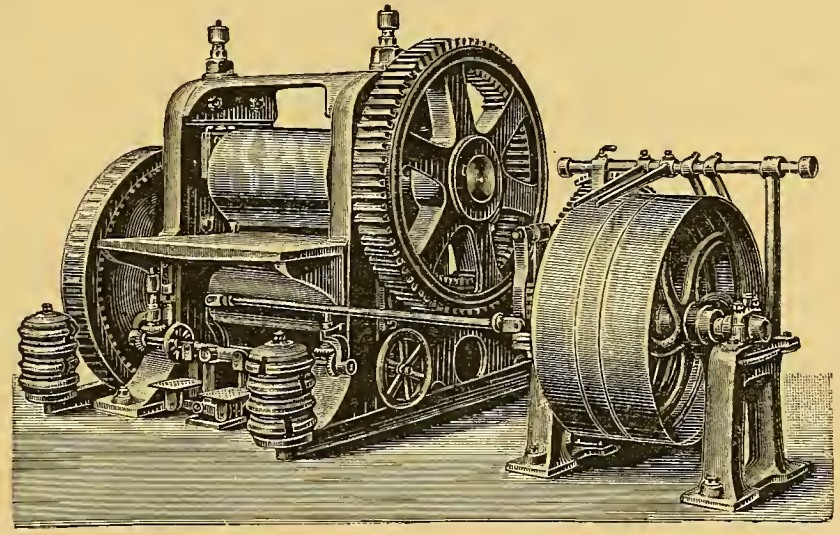


Fig. 1675.

In Fig. 1675 ist das perspektivische Bild eines Voithschen Glättwerks für dicke Pappen gegeben. Dasselbe besteht aus zwei Hartwalzen von 50 cm Durchmesser, deren jede für sich mit Stirnrädern unmittelbar vom Vorgelege angetrieben wird.

Diese sehr stark gebaute Maschine kann auch zum Satiniren mit Zinkplatten dienen und soll sich derart für die Dicke der durchgehenden Pappen und Pakete einstellen lassen, dass heftiges Schlagen vermieden und fast lautloser Gang erzielt wird.

**601. Pressspähne.** Pressspähne oder Glanzdeckel, *pressboards, glazed boards*, unterscheiden sich von andern Pappen dadurch, dass sie viel fester und zäher sind und spiegelartig glänzende Oberflächen haben. Daraus ergiebt sich auch, dass sie nur aus starken, möglichst reinen Fasern wie Flachs, Hanf und Manilla angefertigt werden können, und dass diese Rohstoffe lang gemahlen werden müssen. Zur Verwandlung des Ganzzeugs in Pressspähne dienen sowohl Cylinder- wie Siebtisch-Maschinen, ihre weitere Behandlung beim Trocknen und Glätten ist es besonders, wodurch sie sich von der Fabrikation anderer Pappen unterscheiden.

Je dünner die Pappen sind, desto leichter biegen sie sich, und desto eher können sie in endloser Bahn auf den Cylindern einer Papiermaschine getrocknet werden. Wenn sie so dick sind, dass sie sich nur schwer der Rundung kleiner Cylinder anschliessen, können sie häufig doch noch auf solchen von sehr grossem Durchmesser getrocknet werden, nur muss es meistens in Bogen geschehen, weil mit endloser Bahn starke Krümmungen beim An- oder Ablaufen von

Fig. 1676.

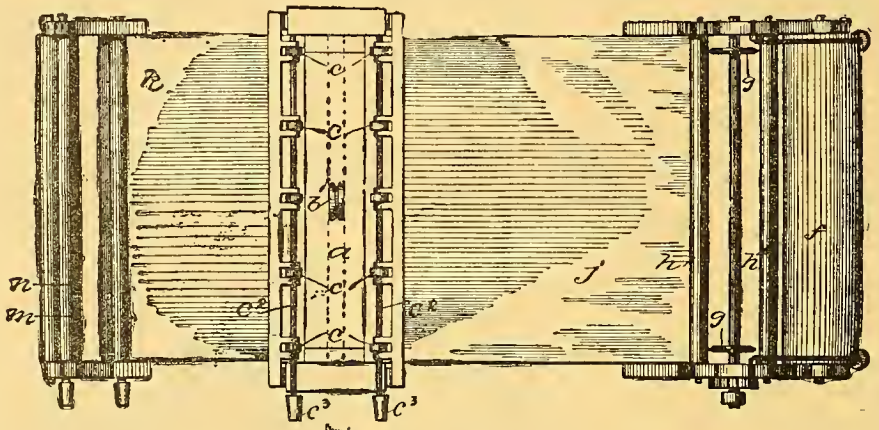
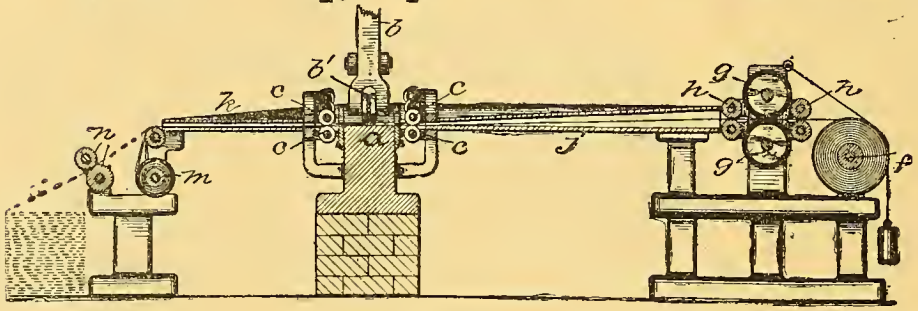


Fig. 1677.



grossen Cylindern nicht zu vermeiden sind, wenn man ihre heizende Oberfläche einigermaassen ausnutzen will. In einer amerikanischen und in einer deutschen Fabrik hat der Verfasser auch wirklich einzelne Trockencylinder von etwa 3 m Durchmesser zu diesem Zweck in Anwendung gefunden. Jeder solche Cylinder ist mit einem Trockenfilze versehen, welcher nur einen kleinen Theil der Oberfläche zum Einschieben und Abnehmen der Pappen frei lässt. (Vergl. Seite 1383.)

Damit die getrockneten Pappen zu Pressspähnen werden, müssen sie spiegelglänzende Oberfläche erhalten. In amerikanischen Fabriken wird ihnen solcher Glanz durch Friktions-Glättwerke ertheilt, denen eine Stahlrolle von etwa 25 cm Durchmesser und 5 cm Breite als glättendes Werkzeug dient. Diese Stahlrolle bildet den Fuss eines schweren hölzernen Pendels von etwa 3 m Länge und bügelt den darunter gelegten Deckel, indem sie, mit dem ganzen Gewicht des Pendels belastet, von einer Kurbel und Zugstange über ihn hin- und hergerollt wird. Die hölzerne Unterlage, auf welcher die Pappen ausgebreitet werden, hat die Form eines Cylinders, dessen Achse durch den Aufhängepunkt des Pendels geht. Sie ist auf mehrere Fuss Länge und Breite mit Stahlblech belegt, über welches die Deckel von einer Arbeiterin langsam

nach der Seite geschoben werden, bis die Stahlrolle jeden Theil gebügelt hat. Von der Schnelligkeit oder Langsamkeit, mit welcher dies geschieht, hängt der geringere oder höhere Glanz der Deckel ab.

In Deutschland polirt man Pressspähne mit Achatstein, welcher, in starker Fassung, wie das Gleitstück einer liegenden Dampfmaschine, von Kurbel und Schubstange in einem kulissenartigen Gehäuse hin- und hergeführt wird. Während eine Arbeiterin die Pappen über die untere Seite der Kulisse durchschiebt, wird der Achat von einer an der oberen Seite angebrachten Feder ohne Unterlass darauf gepresst. Die polirende schmale Seite der Steine ist rund geschliffen und misst etwa 2 auf 8 cm, ihre Höhe kann 10 cm und mehr betragen, wenn die Fassung solche Grösse zulässt. Um den Pressspähnen hohe Politur zu geben, muss man sie, schwach angefeuchtet, durch ein Paar Satinirwalzen gehen lassen und dann noch viermal mit Achat glätten. Das Gewicht des oben beschriebenen Pendels übt wahrscheinlich einen stärkeren Druck auf die Pappen als die Feder, welche den Achat niederdrückt. Man würde desshalb vielleicht den gewünschten Glanz rascher hervorbringen, wenn man beide Systeme vereinigte, indem man die Stahlrolle des Pendels durch Achat ersetzte.

Das vorstehend Gesagte ist der ersten Ausgabe dieses Buches entnommen und wird durch das amerikanische Patent Nr. 478762 bestätigt, dessen Inhalt in Nr. 90 der Papier-Zeitung von 1892 abgedruckt war. Die in Figg. 1676 bis 77 dargestellte Maschine soll zum Glätten von Papier und Pappen, besonders aber von Pressspähnen, in ununterbrochener Bahn dienen.

Das Satiniren wird durch eine Rolle $b^1$ bewirkt, welche an einem Arm $b$ unter starkem Druck quer zu der Richtung der Papierbahn auf dieser hin- und herschwingt. Die Unterlage $a$, auf welcher die Rolle $b^1$ sich bewegt, ist nach demselben Kreisbogen gekrümmt, den die schwingende Glättrolle $b^1$ durchläuft. Zu beiden Seiten dieser Unterlage befinden sich Leitrollen $c$ für das Papier, welche, um sich der gekrümmten Bahn anschliessen zu können, auf biegsamen elastischen Wellen $c^2$ gelagert sind und mittels Riemscheiben $c^3$ oder auf andere Weise angetrieben werden. Das Papier kommt von einer Rolle $f$ und geht durch Führungswalzen $h$ zu einer flachen Röhre $j$, welche in der Nähe der Satinirrolle $b^1$ in einem engen, nach einer Kreislinie gebogenen Spalt endigt. Nach dem Passiren der Satinirrolle $b^1$ und der Leitrollen $c$ führt eine zweite flache Röhre $k$ das Papier zu einer Walze $m$, auf welcher es sich aufwickelt, oder es wird zwischen den Querschneidern $n$ in Bogen zerschnitten.

Zwischen den Führungswalzen $h$ sind zwei oder mehr Kreismesser $g$ angeordnet, welche die Papierbahn in Längsstreifen zerschneiden. Während nur derjenige dieser Streifen, auf welchem sich gerade die Satinirrolle befindet, an der Weiterbewegung gehindert ist, können die andern Streifen sich ungehindert fortbewegen, sodass sie der wieder auf sie gelangenden Satinirrolle eine neue Fläche darbieten, während unterdessen der bis dahin festgehaltene Streifen sich fortbewegt.

**602. Bekleben der Pappen mit Papier.** Grosse Mengen von Pappen werden zu Schachteln und andern Zwecken verarbeitet, für welche sie weisse oder farbige Oberfläche brauchen, die ihnen gewöhnlich durch Aufkleben von Papier ertheilt wird. Dies Aufkleben geschah früher allgemein und geschieht auch jetzt noch vielfach von Hand, obwohl es gelungen ist, Klebmaschinen zu bauen, welche sich für viele Zwecke sehr brauchbar erweisen. Noch wünschenswerther ist es jedoch, dass es gelänge, die Pappen schon auf der Papier-Maschine zu bekleben, und einige der zu diesem Ende gemachten Versuche sollen hier angeführt werden.

Die in Amerika patentirte Fieldsche Klebvorrichtung wird oberhalb der in zwei übereinander liegenden Reihen vertheilten 19 Trockencylinder aufgestellt. Das Papier wird an einem Ende der Klebmaschine in Rollen eingelegt und beim Ablaufen durch eine auf der Rollwelle angebrachte Friktionsscheibe gespannt erhalten. Eine Walze, welche von einem Vorrathstrog aus durch Walzen mit Kleister gespeist wird, überträgt den Klebstoff auf die untere Seite des darüber hinlaufenden Papiers.

Das auf solche Weise vorbereitete Papier wird von einem auf hohem Gerüst stehenden Knaben von Hand auf die über die Trockencylinder laufende Pappenbahn geklebt, bis es fest genug haftet, um ohne weitere Hilfe abzurollen und nachgezogen zu werden. Dies geschieht jedoch erst auf dem vorletzten Cylinder der oberen Reihe, die beklebte Pappe hat also nur noch über drei Cylinder zu laufen. Da die Pappe auf den vorhergehenden Cylindern schon beinahe völlig getrocknet wurde, so bleibt für die letzten vier Cylinder wenig mehr als das Trocknen des Kleisters übrig, und dazu genügen sie.

Die beiden letzten Cylinder der oberen Reihe dürfen von keinem Trockenfilz umhüllt sein. Man muss die Klebvorrichtung stets mit zwei Papierrollen versehen, damit eine neue Bahn ohne Unterbrechung abgerollt werden kann, wenn die erste zu Ende ist.

In einer deutschen Fabrik bedient man sich einer Klebeinrichtung, welche ihrer grossen Einfachheit wegen bekannt zu werden verdient. Die von dem Metalltuche kommende Pappen- oder Papierbahn wird auf dem Wege zur ersten Nasspresse von einem quer über dem Nassfilz angebrachten Schüttelsieb mit gepulvertem Stärkemehl beschüttet und empfängt das aufzuklebende Papier beim Eintritt in die erste Presse. Die Papierrolle ist über dem ersten Theil des Nassfilzes gelagert, und die ablaufende Bahn wird auch hier durch eine auf der Welle der Rolle angebrachte Friktionsscheibe in Spannung erhalten.

Das Stärkemehl wird auf der nassen Unterlage sofort klebrig und vereinigt diese mit dem Bekleidungspapier durch den Druck der beiden Pressen. Durch die Hitze der ersten Trockencylinder wird das Stärkemehl in Kleister verwandelt und auf den folgenden Cylindern getrocknet.

Zum festen Zusammenkleben der beiden Bahnen tragen die auf den drei ersten Trockencylindern liegenden Presswalzen, welche mit Schrauben angedrückt werden, erheblich bei. Auf dem ersten und dritten Cylinder sind diese Presswalzen aus Eisen, auf dem zweiten aber wird eine Filzwickelwalze verwendet, weil man die Erfahrung gemacht hat, dass das beklebte Papier dort gerne an eisernen Presswalzen hängen bleibt. Da diese Gefahr auf dem dritten Cylinder schon weniger gross ist, begnügt man sich damit, seine Presswalze mit einem Schaber zu versehen. Die beschriebene Maschine dient zur Fabrikation dicker, beklebter Packpapiere, und dazu genügen fünf in einer Reihe liegende Trockencylinder von 135 cm Durchmesser, deren zwei letzte mit einem Trockenfilz versehen sind. Die unteren Walzen beider Pressen sind Filzwickel-Walzen. Das aufzuklebende Papier sollte so dünn als möglich genommen werden, weil es genügt, wenn es nur die Unterlage bedeckt, und weil es fester anklebt als stärkere Sorten.

Seit Niederschrift vorstehender in der ersten Ausgabe abgedruckter Sätze sind viele Beklebmaschinen erdacht und angewandt worden. Eine von der Aktien-Gesellschaft Wagner & Co. in Coethen gelieferte Maschine dieser Art ist nach der in Nr. 12 der Papier-Zeitung 1893 enthaltenen Beschreibung durch Fig. 1678 in 1:40 der wahren Grösse dargestellt.

Wenn drei Papierbahnen zusammengeklebt werden sollen, bilden Rollen *a* und *b* die äussere Bekleidung und *d* die Mittellage. Das Papier von *a* und *b* läuft über Walzen *f*, die in Kleistertrögen *B* liegen und den Klebstoff auf das Papier übertragen. Etwa zu viel aufgetragener Kleister wird von den Abstreichern *C* entfernt. Die drei Bahnen vereinigen sich in der Presse *A*, deren obere Walze man mit Schraubenspindeln beliebig einstellen und damit den Durchgang verengen und erweitern kann. Aus der Presse *A* gelangt die zusammengeklebte Bahn auf den endlosen Tragfilz *g*, der sie bis unter den Trockencylinder *D* führt. Dort wird sie über die Führungswalze *E*, zwischen Filz *H* und Trockencylinder *D* geleitet und geht mit *D* weiter, bis sie über der Führungswalze *F* in der Richtung des Pfeils denselben verlässt. Ein Schaber *h* sorgt für Reinhaltung des Cylinders *D*.

Wenn Strohpappen auf einer Seite beklebt werden sollen, so wird das weisse Bekleidungspapier bei *b* eingelegt. Dann schiebt man die in Format geschnittenen Pappen so dicht hintereinander auf der mit Kleister bestrichenen Papierbahn in die Presse *A*, dass die obere Walze keine Gelegenheit findet, mit der unten liegenden Papierbahn in Berührung zu kommen. Da die obere Walze nicht frei liegt, sondern von Schraubspindeln getragen ist, kann sie auch so eingestellt werden, dass sie stets in kleinem Abstand von der bekleisterten Bahn bleibt und nichts davon aufnimmt. Der Trockencylinder *D* ist so hoch gelegt, dass eine Arbeiterin darunter sitzen, die Papier- und Pappenbahn bei *E* einführen und bei *F* in Empfang nehmen kann.

Die Führungswalze *E* hat grossen Durchmesser, damit die Pappen nicht zu stark gebogen werden brauchen, um an dieser Stelle zwischen Filz *H* und Trockencylinder zu gelangen. Für sehr starke Pappen erscheint die Biegung, welche diese bei *E* noch machen müssen, zu stark, und für solche Zwecke erscheint es zweckmässiger, die Maschine so anzuordnen, dass der Tragfilz *g* von der Presse *A* nach dem Cylinder *D* hin so aufsteigt, dass er die beklebte Bahn etwa nach dem Punkt bringt, wo die Filzspannwalze *L* sitzt. Wenn die Bahn dort zwischen Filz und Cylinder tritt, haben die Pappen geringe oder gar keine Biegung zu machen. Die nutzbare Trockenfläche könnte durch Anwendung eines grösseren Trockencylinders oder dadurch vergrössert werden, dass man die letzte Führungswalze *F* weiter nach rechts rückt, also den Filz in dieser Richtung verlängert.

Da die Pappen einzeln auf die schwache Bahn weissen Papiers geklebt sind, wird es der Arbeiterin leicht, dieselben beim Austritt aus dem Filz *H* bei *F*, wo sie trocken ankommen, abzureissen.

Wenn drei endlose Bahnen zusammengeklebt sind, kann man dieselben vom Filz *g* auf einen anstossenden Tisch mit Pappscheere führen, welcher dann die Stelle des Trockencylinders und seines Gestells *K* einnimmt. Es erscheint jedoch zweckmässiger, die geklebte Pappe als Bahn zu trocknen, weil sie so ohne Handarbeit weiterläuft und sich in trockenem Zustand besser schneiden lässt.

Den mechanisch beklebten Pappen wird vorgeworfen, dass das Papier nicht in allen Theilen fest anhaftet, für feinere Arbeit werden ihnen desshalb von Hand beklebte vorgezogen.

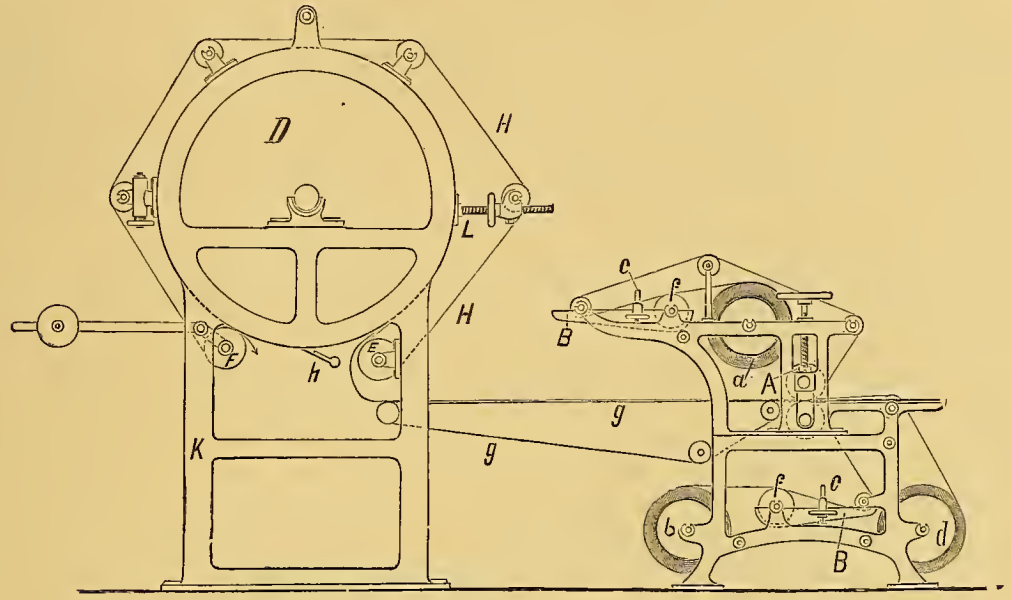



Fig. 1678.

**603. Lederpappen.** Das Leder, welches zur Fabrikation solcher Pappen bestimmt ist, wird, wie Hadern, in kleine Stücke geschnitten und mit einer ungefähr gleichen Menge Sack- oder Tauenstoff und altem Papier im Holländer zu Ganzzeug gemahlen. Dabei muss die Masse fleissig umgerührt werden, damit sich das Leder nicht ausscheidet und zu Boden fällt. Harzleim braucht nicht zugetheilt werden, da das Leder bedeutende Mengen von thierischem Leim enthält. Zur Anfertigung der Pappen dienen in Amerika meistens Cylindermaschinen. Wenn die Rohstoffe die richtige Behandlung in den Holländern erfahren haben und namentlich wenn die Pappen gut geglättet werden, erlangen sie in ihrem Aeussern und in ihren Eigenschaften einigermaassen die Eigenschaften des Leders.

*Piette* empfiehlt, das Leder, nachdem es sortirt, gereinigt und geschnitten ist, in Körbe oder Säcke gefüllt etwa eine Woche lang in fliessendes Wasser zu hängen, bis auch das härteste schwarze Leder gründlich getränkt ist. Dadurch soll es nicht nur gewaschen, sondern auch erweicht werden und sich dann leichter mahlen lassen. Um es noch besser vorzubereiten, soll es nach dem Flussbad 24 Stunden lang in lauem Wasser getränkt werden, welches mit Soda oder Kalk schwach alkalisch gemacht worden ist. Durch solch umständliches Verfahren wird das Leder ohne Zweifel gründlich gewaschen, aber wahrscheinlich auch eines grossen Theils seiner Gallerte beraubt.

Seit Erscheinen vorstehender Sätze 1873/5 sind wiederholt Versuche mit Verarbeitung von Lederabfällen zu Pappe gemacht worden, ohne dass von dauerndem Erfolg derselben bis jetzt (1896) etwas bekannt geworden wäre.

Pappen aus Dämpfholzschliff haben lederähnliche Farbe und wurden anfangs zur Erleichterung der Einführung als »Lederpappen« in den Handel gebracht. Diese Bezeichnung hat viele Irrthümer und Verwechselungen veranlasst und ist noch (1896) sehr verbreitet, wird aber allmälig durch »Braunholzpappe« ersetzt.

**604. Dachpappen.** Die Dächer vieler Häuser werden mit Pappe oder richtiger mit Papier bedeckt, welches durch Tränken mit Theer wasserdicht geworden ist.

Die zur Erzeugung solchen Papiers dienenden Rohstoffe müssen möglichst schwammig sein, da die Güte der Dachpappe wesentlich von der Menge Theer und ähnlicher Stoffe abhängt, welche sie aufgenommen hat. Sie bestehen desshalb hauptsächlich aus wollenen Lumpen, denen nur so viel feste Stoffe zugetheilt sind, als man braucht, um der Pappe die erforderliche Festigkeit zu geben. Halbwollene Lumpen eignen sich, da sie viel billiger als wollene sind, hierzu am besten. Die im Holländer gemahlenen Rohstoffe werden auf gewöhnlichen Langsieb-Maschinen in Papier verwandelt und beim Austritt von den Trockencylindern oder später durch die Masse geleitet, womit sie getränkt werden sollen.

Die rohe Dachpappe wurde bis vor wenigen Jahren auf der Pappenmaschine in solche Längen geschnitten, wie sie zum Dachdecken nöthig waren, und auch in solchen Längen von den Dachpappen-Lieferanten mit Theer getränkt. Seit einigen Jahren jedoch finden es die Dachpappen-Fabrikanten vortheilhafter, die Rohpappe so zu beziehen, dass sich dieselbe in endloser Bahn tränken und dann leicht in die erforderlichen Längen theilen lässt. Dies wird von einigen Rohpappen-Fabrikanten dadurch möglich gemacht, dass sie die Pappenbahn auf der Maschine nicht durchschneiden, sondern nur in den Trennlinien derart lochen, dass sie nach dem Tränken leicht in Bogen getheilt werden kann.

Ein Locher zu diesem Zweck, der also anstelle des Querschneiders dient, ist vom Fabriksleiter E. Mylius in Potsdam erfunden und seit zwei Jahren in erfolgreichem Betrieb. In Nr. 53 der Papier-Zeitung von 1896 ist dieser Locher folgendermaassen beschrieben:

Figg. 1679/80 geben ein Bild des Lochers in 1 : 4 der wahren Grösse, wie er vom Erfinder geliefert wird. Die vom Trockner kommende Roh-Dachpappe wird wie gewöhnlich über einen langen hölzernen Tisch $T$ weggezogen und dann von einem Arbeiter von Hand aufgerollt. Ein Arbeiter bezeichnet auf der Pappe nach dem auf dem Tisch festgelegten Maass die Punkte, an welchen sie abgetrennt, also vorerst gelocht werden muss. Sobald die so bezeichnete Stelle der Pappenbahn an die Stelle des Tisches gelangt, wo sie früher durchgeschnitten wurde, zieht ein Arbeiter am Griff $a^3$ die Stahlscheibe $A$ rasch quer über die Pappe und locht dieselbe damit so, dass sie sich später mühelos abtrennen lässt, aber bis zum Trennen in langer Bahn bleibt. Die Stahlscheibe ist etwa 6 mm dick, also dünner als in der Zeichnung, und nach dem Umfang zu abgeschrägt. Das äusserste Ende ist lanzenförmig zugespitzt und wie Fig. 1680 zeigt vielfach durchbrochen, sodass der scharfe Rand nicht an allen Punkten des Umfanges schneidet. Die Scheibe $A$ sitzt auf einem losen Stahlstift, der seinerseits in zwei Winkeleisen $a$ lose gelagert ist. An diese Winkeleisen $a$ sind Klammern $a^1$ genietet, welche die feststehenden Führungswinkel $B$ umfassen. Alle Theile, welche sich mit der Scheibe $A$ hin- und herbewegen, sind in Fig. 1679 schwarz dargestellt. Die feststehenden Führungswinkel $B$ sind durch Bolzen $b$ mit den befestigten Walzenenden $B^1$ verbunden und tragen die ganze Einrichtung. Der Bügel $a^2$, von dem die Schieberstange $a^3$ ausgeht, ist mit den gleitenden Winkeln $a$ fest vernietet und dient nicht nur als Zwischenglied, sondern auch zum Verdecken der Schneide nach oben. Mit jedem Hin- oder Herschub der schneidenden Stahlscheibe $A$ wird die Pappe mit einer Lochreihe versehen, und zwei Gummibuffer $c$ sorgen dafür, dass die Schneide an den Enden nur gegen

diese stossen, sich also nicht beschädigen kann. Die Enden $B^1$ des Tragebalkens ruhen in Bolzen *d*, mit deren Hilfe sie sich höher und tiefer stellen lassen, sodass die Stahlscheibe *A* mehr oder weniger tief in die Pappe schneidet. Die Bolzen *d* sitzen in Trägern *D*, welche am Tisch *T* befestigt sind. Das Durchlochen der Pappe und das nachherige Aufrollen von Hand wird dadurch möglich, dass die Pappenmaschine ziemlich langsam, d. h. mit etwa 10 bis 15 m in der Minute läuft. Die Stahlscheibe *A*, welche jetzt in Thätigkeit ist, wurde von Herrn Mylius aus einem alten Holländermesser angefertigt.

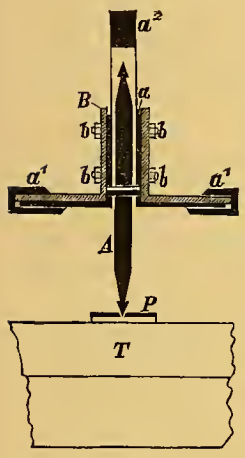



Fig. 1679.

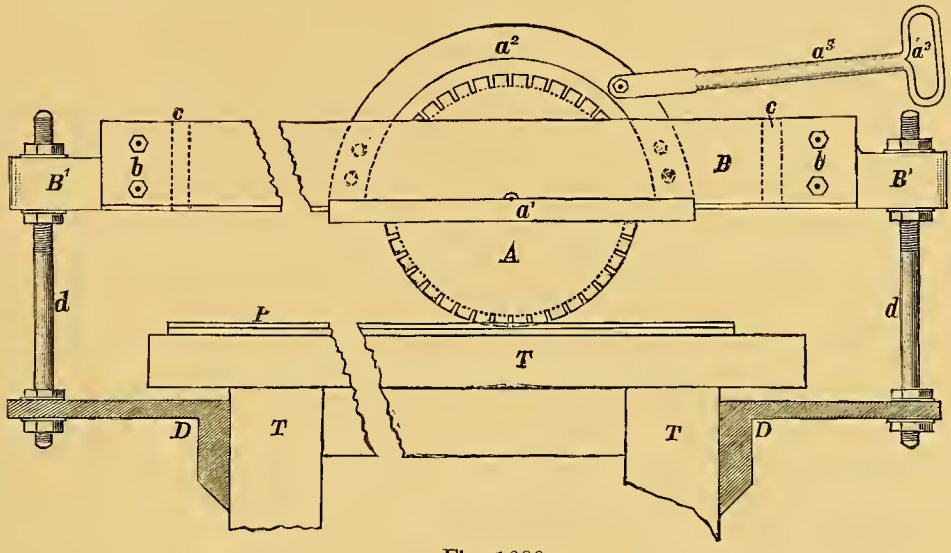



Fig. 1680.

**605. Baupappe.** Da Papier ein sehr schlechter Wärmeleiter ist, eignet es sich vortrefflich zum Schutz von Wohnräumen gegen äussere Hitze und Kälte.

Zur Herstellung von Baupappen werden die Holländer hauptsächlich mit Stroh, ausserdem mit Hadernabfällen, altem Papier und dergl. gespeist. Dieser Stoffmischung werden die verschiedenartigsten Chemikalien zugetheilt, deren entweder geheim gehaltene oder patentirte Anwendung die Pappen feuerfest und wasserdicht machen soll. Der Stoff wird auf gewöhnlichen mit Siebtisch oder zwei Sieb-Cylindern versehenen Papiermaschinen verarbeitet und, wie Dachpappe, in Rollen abgenommen.

In den Vereinigten Staaten, besonders im Westen, finden diese Pappen beim Häuserbau solch ausgedehnte Anwendung, dass sich mehrere grosse Fabriken ausschliesslich mit ihrer Herstellung befassen. Sie werden vielfach von aussen auf die Riegelwände hölzerner Häuser genagelt und mit halbzölligen, dachziegelartig übereinander genagelten Brettern *(weather boards)* oder mit einer etwa 9 Zoll dicken Backsteinmauer bedeckt. In letztem Falle vereinigt das Haus die Vortheile der Holz- und Steinbauten, da es nach aussen aus Backstein und nach innen aus Holz besteht. Sie dienen auch vielfach zum Verkleiden der Zimmerwände anstelle des Verputzes.

Als Beispiel ihrer Nützlichkeit sei hier angeführt, dass die Rock River Paper Co. unmittelbar nach dem Brande von Chicago im Jahr 1871 die Wohnräume von 10000 Häusern um den Preis von 5 Dollar für das Stück mit Baupappe auskleidete. Diese 16 Fuss breiten und 20 Fuss tiefen Häuser, deren jedes in einem Tag fertig gebaut wurde, boten den Tausenden, welche unter freiem Himmel lagerten, rasches Obdach.

Der Verbrauch von Baupappe hat in Amerika seit Erscheinen vorstehender Sätze 1873 erheblich zugenommen. Dieselbe dient nicht nur zum Dichten der Wände, sondern auch der Dächer und wird, wie Seite 1676 erwähnt, auf Maschinen mit mehreren Siebcylindern hergestellt. Sie besteht gewöhnlich aus zwei oder mehr geringeren Mittel- und zwei besseren Aussen-Lagen. Eine anscheinend grösstentheils aus altem Papier bestehende Baupappe *building paper*

wird als wasserdicht angepriesen und ist, wenn sie auch diese Bezeichnung nicht verdient, doch so mit Harz geleimt, dass Wasser kurze Zeit darauf stehen kann, ohne sie aufzuweichen. Eine bessere, meist aus Jute bestehende Deckpappe *sheathing paper* wird im Holländer mit Mennige hübsch roth gefärbt und unter die Dachschindeln gelegt, sowie an anderen Stellen benutzt. Feine Sorten *sheathing paper* sind auf einer Seite blau oder anders gefärbt.

In Schweden, wo die meisten Häuser auf dem Lande, wie in Amerika, aus Holz gebaut sind, wird gleichfalls viel Baupappe benutzt. Die Munksjö Pappersbruk in Jönköping, welche Verf. 1896 besuchte, stellt dieselbe her, indem sie aufgerollte Pappe durch einen mit der Tränkmasse gefüllten Trog führt und dann in einer Walzenpresse den Ueberschuss abstreift, sodass nur eine Bekleidung der Oberflächen zurückbleibt. Die Tränkmasse ist eine Mischung von in Theeröl gelöstem Asphalt mit Theer.

**606. Asbestpappe.** Es giebt eine Menge verschiedener Arten von Asbest, die von Alters her unter den Namen Amianth (griech. *amianthos,* unbefleckt), Bergflachs, Federweiss bekannt sind, sich durch fasrige biegsame Beschaffenheit auszeichnen und in der Hauptsache aus wasserhaltiger kieselsaurer Magnesia bestehen (vergl. Seite 405). Die langfasrigen Sorten wurden schon im Alterthum zu Tüchern versponnen, die zur Leichenverbrennung dienten, und Kaiser Karl V. besass Asbest-Tafeltücher, die nach Tische zur Belustigung der Gäste ins Feuer geworfen und dadurch gereinigt wurden. In Sibirien soll es Handschuhe, in den Pyrenäen Mützen und anderwärts Hüte daraus geben. Seiner Unverbrennlichkeit und Geschmeidigkeit wegen wird es seit Mitte des 19. Jahrhunderts in Form von Schnüren und dergl. zu Packungen benutzt, hat aber grössere Verwendung gefunden, seitdem es gelungen ist, Pappe daraus herzustellen. Aus dieser kann man bequem jede Art von Packung oder Dichtung schneiden und sie überall verwenden, wo Unverbrennlichkeit von Werth ist.

Während für Gespinnste bester Asbest mit langen Fasern gewählt wird, können zu Pappe kurzfasrige gewöhnliche Sorten dienen. Nachdem der Rohstoff in einem Lumpen-Wolf zerfasert ist, wird er in kochend heissem Wasser aufgeweicht und dann in Holländern gemahlen. Zu manchen Zwecken werden 10 bis 20 pCt. feste Lumpenfasern zugetheilt, welche die Masse fest zusammenhalten, ohne die Unverbrennlichkeit allzu sehr zu beeinträchtigen. Wenn die Pappe keine brennbaren Fasern enthalten soll, giebt man Leim, Stärke oder andere Klebstoffe als Bindemittel zu.

Die mineralische Natur des Rohstoffes lässt es sehr schwierig erscheinen, aus Asbestmasse eine endlose trockene Bahn herzustellen, wie es auf Papier-Maschinen geschieht. Man begnügt sich wahrscheinlich allgemein damit, sie mittels Schöpfrahmen in Bogen auszuschöpfen oder auf einem Langsieb herzustellen und nass von den Pressen zu nehmen, dann die erforderliche Zahl Bogen nass zu vereinigen, in einer Presse mit zwischengelegten Zinkplatten zu entwässern und durch Aufhängen in geheizten Räumen zu trocknen. Es wird von der Zusammensetzung und Beschaffenheit der Masse abhängen, ob sie sich auf einer Siebcylinder-Maschine mit Formatwalze in nasse Pappe verwandeln lässt.

Durch Tränken mit geschmolzenem Wachs, Paraffin oder Stearin kann man Asbestpappe gegen manche Säuren und Flüssigkeiten undurchdringlich machen.

# THEIL IX.

## PERGAMENTPAPIER.

**607. Geschichte und Art.** Pergamentpapier wurde zuerst 1853 von E. Gaine in England dargestellt, und am 3. April 1857 machte J. Bailow in der Royal Society in London darauf aufmerksam. Die Empfehlung des vielversprechenden Erzeugnisses durch den deutschen Chemiker Professor A. W. Hofmann rief 1861 die Gründung der ersten Pergamentpapier-Fabrik von Warren de la Rue in London ins Leben.

Wenn man ungeleimtes Hadernpapier kurze Zeit in verdünnte Schwefelsäure taucht und wieder wäscht, wird es thierischem Pergament ähnlich, nämlich zähe, wasserdicht und durchscheinend. Die Fasern werden hierbei theilweise in eine Mittelstufe zwischen Stärke und Zellstoff umgewandelt, die man früher Amyloid nannte. Man stellt dasselbe durch Einlegen von Baumwolle in 30 Theile verdünnter Schwefelsäure (von 60° B.) her, worin sie sich löst und bald eine steife, gallertartige Masse bildet, welche allmälig flüssiger wird und nach 15 Minuten syrupartige Form annimmt. Verdünnt man mit Wasser, so scheidet sich ein weisser, flockiger, syrupartiger Stoff ab, der keine Faserformen mehr zeigt. Bleibt die saure Masse sich selbst überlassen, so geht sie allmälig in Dextrin und Zucker über. Der ausgefällte formlose Stoff verhält sich gegen Säuren und Alkalien wie Zellstoff und unterscheidet sich von Stärke dadurch, dass die ihm von Jod ertheilte blaue Färbung durch Waschen mit reinem Wasser wieder entfernt werden kann. Auf Glas ausgebreitet trocknet derselbe zu einer dünnen, durchsichtigen zähen Haut.

Jetzt wird angenommen, dass Amyloid mit dem von Girard gefundenen Hydrozellstoff übereinstimmt, dessen Entstehung und Verhalten auf Seiten 179 bis 183 beschrieben ist. Derselbe bildet sich bei der Behandlung von Papier mit Schwefelsäure, setzt sich zwischen die Fasern und verkittet und verdichtet dieselben, wie Seite 1057 erwähnt. Eine solche pergamentirte Oberfläche lässt sich mit Jod bläuen, während die Fasern im Innern noch unverändert sein können. Je durchlässiger das Papier ist, und je länger man die Säure einwirken lässt, desto tiefer geht die Umwandlung der Fasern und desto dichter, aber auch brüchiger wird das Papier. Soll das Pergamentpapier dicht und stark werden, so darf man die Fasern nur an der Oberfläche umwandeln. Dünner dichter Baumwollstoff, dessen Fasern vor der Behandlung mit Säure durch Pressen zusammengedrängt wurden, ergiebt z. B. sehr starkes Pergamentpapier.

Wenn das Rohpapier die erforderliche Zeit in einem Schwefelsäurebad von 60° B. bei etwa 15° C. zugebracht hat, wäscht man es mit Wasser, entzieht ihm die letzten Spuren Säure in einem alkalischen Bade, befreit es dann durch Waschen mit Wasser von allen anhängenden Chemikalien und entfernt das Wasser durch Trocknen.

**608. Fabrikation.** Papier, welches pergamentirt werden soll, muss Schwefelsäure leicht einsaugen, also wie Löschpapier (s. Seiten 1669/71) angefertigt sein. Wie für dieses, eignet sich Baumwolle auch für Pergament am besten, und jede Verunreinigung durch Kohle, Kalk, Chlor oder Beimischung von Leim, Thonerde und dergl. muss bei Herstellung des Rohpapiers vermieden werden. Manche dieser Stoffe bilden mit Schwefelsäure Verbindungen, werden zerstört oder verursachen andere Schäden, die sich nicht beseitigen lassen. Holzschliff kann auch als eine Verunreinigung in diesem Sinne gelten, da er harzige Stoffe abscheidet und zum Theil von der Säure zerstört wird, diese also verbraucht. Natron- und Sulfitholzzellstoff, sowie gebleichter Strohstoff werden jedoch der Baumwolle für dünne Pergamentpapiere von 30 bis 45 g auf das qm in grösseren Mengen zugesetzt, während dicke Sorten von 75 bis 150 g auf das qm davon frei bleiben sollten. Bei dünnen Papieren kann die Schwefelsäure leicht alle Theile durchdringen, und die Gegenwart solcher Fasern, die der Säure mehr Widerstand leisten als Baumwolle, die infolgedessen ihre Gestalt und Festigkeit bewahren, mag desshalb nützlich sein.

Wenn das Pergamentpapier weiss sein soll, muss man gebleichte Fasern verwenden, aber dafür sorgen, dass denselben keinerlei fremde Stoffe anhaften, welche die Einwirkung der Schwefelsäure erschweren. Hieraus ergiebt sich schon, dass zur Fabrikation möglichst reines Wasser gehört. Auch das Mahlen und die Umwandlung in Papier müssen sehr sorgfältig ausgeführt werden, da sich jede Ungleichmässigkeit im Pergament zeigt.

Da käufliche Schwefelsäure durchgängig 66° B. zeigt, also zu stark zum Pergamentiren ist, so muss sie durch Zusatz von Wasser auf 58 bis 60° B. verdünnt werden (s. Seiten 170 bis 174), wobei sie sich erheblich erhitzt. Dies geschieht am besten in einem mit Blei ausgekleideten, in Figg. 1681/82 in Auf- und Grundriss skizzirten Holzkasten *a*, welcher in einem grössern *b* steht. Durch Umlauf frischen Wassers zwischen den beiden Kasten wird beständig gekühlt; der innere Holzkasten ist mit vielen Löchern, welche bis zur Bleiverkleidung reichen, versehen, damit die Kühlung schneller vor sich geht und nicht zu viele Kühlkästen für grösseren Betrieb benöthigt werden. Die Kühlzeit beträgt je nach Jahreszeit etwa 6 bis 10 Stunden bei einem Kasteninhalt von 4 bis 500 kg Säure.

Fig. 1681.

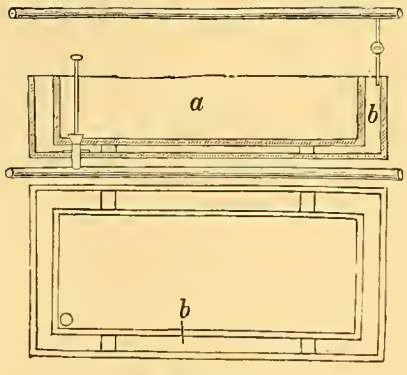



Fig. 1682.




Da Schwefelsäure aus der Luft Wasser aufnimmt, sich also fortwährend verdünnt, so verwahren manche Fabrikanten die zum Betrieb fertige Säure von 58 bis 60° B. in Thonkrügen, die man im Sommer vor dem Gebrauch nöthigenfalls in Eis stellt, um sie auf die zum Pergamentiren geeignetste Temperatur von 16° C. zu bringen. Solche Thonkrüge sind jedoch

ihrer leichten Zerbrechlichkeit wegen gefährlich und müssten in grosser Menge vorhanden sein, auch wäre sehr viel Eis zu deren Kühlung erforderlich.

In den meisten Fällen wird desshalb noch ein besonderer Behälter von der in Figg. 1681 und 1682 skizzirten Art aufgestellt, in welchen die in einem Mischer hergestellte Arbeitssäure abgelassen und aus dem der Pergamentirkasten gespeist wird. Alle Schwefelsäure-Behälter werden bei Stillstand durch Zudecken möglichst gegen Einwirkung der Luft geschützt. Die Bleirohre, welche die Säure in den Pergamentirkasten leiten, sind mit Bleiventilen oder Steinguthähnen versehen.

Eine für *einfache, dünne Pergamentpapiere* bestimmte, in Fig. 1683 skizzirte Einrichtung wurde von M. Lotter in Nr. 92 der Papier-Zeitung von 1894 folgendermaassen beschrieben:

Auf das Holzgestell *a* legt man eine Papierrolle *b*, die gewöhnlich 30 kg Gewicht und etwa 135 cm Breite hat und sich um einen durchgeschobenen Eisenstab dreht, der Bleitrog *A* wird mit Schwefelsäure von 60° B. gefüllt und in den Holzbottich *B* frisches Wasser geleitet. Von den Glasstäben *c d g* und *h* sind *c* und *g* auf dem Rande des Bleibottichs *A* und *h* in dem Wasserbottich *B* angebracht, *e* und *f* sind breite in einer Bleifassung befestigte Glasstreifen; *e* sitzt fest auf dem Bleitrog, während *f* beweglich ist.

Der Glasstab *d* ist in einem Gestell befestigt, dessen unteres Ende aus Blei besteht und in die Säure hineinragt, während das obere Ende von Holz ist; das Gestell sammt Glasstab lässt sich aus dem Bleitrog entfernen, ruht auf dem Rand des Troges und kann beliebig hoch und nieder gestellt werden. *i* ist ein Holzhaspel, auf welchen das pergamentirte Papier gewickelt wird.

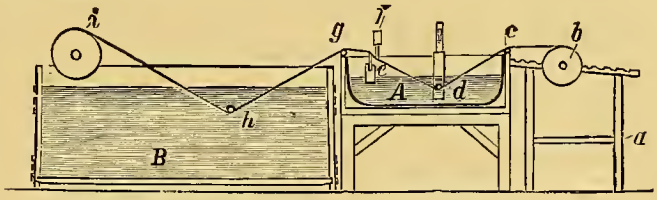


Fig. 1683.

Der Anfang der Papierbahn wird nun der ganzen Breite nach in 2 Holzstäbchen eingebunden und an diesen das Papier von einem Arbeiter, welcher seine Hand in einen Kautschukhandschuh gesteckt hat, durch die Schwefelsäure gezogen. Während dessen setzt ein anderer Arbeiter das Gestell mit dem Glasstab *d* in den Bleitrog *A*, hält damit das Papier unter der Säure und setzt ebenfalls möglichst rasch den Glasstreifen *f* in richtiger Entfernung zu *e* fest. Dadurch wird die überflüssige Säure von dem Papier abgestreift und fliesst in den Trog zurück. Mittlerweile hat der erste Arbeiter das Papier an den Holzstäbchen durch das Wasser und unter dem Glasstab *h* mit Hilfe eines dritten Arbeiters durchgezogen und auf den Haspel *i* gewickelt. Der Haspel *i* wird nun mit der Hand je nach der Sorte Papier langsamer oder schneller gedreht und damit die Dauer der Einwirkung der Schwefelsäure im Trog *A* auf das Papier bestimmt. Das Papier der Rolle *b* geht somit über den Glasstab *c*, dann durch die Säure in *A* unter dem Glasstab *d* zwischen den Glasstreifen *e* und *f* hindurch über den Glasstab *g*, und durch das Wasser in *B* unter dem Glasstabe *h* durch zum Haspel *i*.

Sobald alles Papier von der Rolle *b* abgelaufen ist und sich auf dem Haspel *i* als pergamentirtes Papier befindet, wird letzterer über einen zweiten Holzbottich gebracht, rasch wieder abgewickelt und das Papier in dem Wasser des Bottichs 24 Stunden belassen, zur Entfernung oder Verdünnung der noch anhaftenden Schwefelsäure.

Da das einmalige Durchziehen des Waschkastens *B* zur Entfernung der Säure nicht genügt, so nimmt man häufig einen in Fig. 1684 skizzirten besondern Waschkasten zu Hilfe, anstatt das Papier, wie vorher erwähnt, 24 Stunden in Wasser liegen zu lassen. Das von der Walze *b* abrollende Papier geht durch den mit Wasser gefüllten Kasten, wird in *h* von beiden Seiten abgespritzt und wickelt sich auf Walze *k*. Es ist unbedingt nöthig, Wasser immer frisch und in genügender

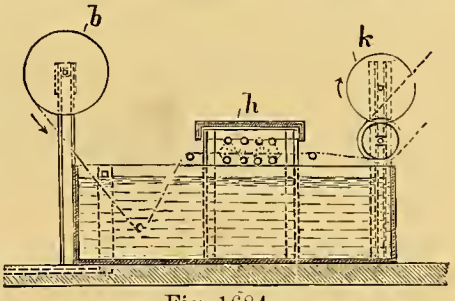


Fig. 1684.

Menge zu verwenden, und viel gutes Wasser und guter Abfluss desselben sind erforderlich, um eine Pergament-Papier-Fabrik mit Vortheil zu betreiben.

Eine verbesserte Einrichtung zum Pergamentiren ist in Nr. 8 der Papier-Zeitung von 1895 in Fig. 1685 und zum Waschen in Figg. 1686 und 1687 dargestellt und folgendermaassen beschrieben:

Der Pergamentirkasten *A* (Fig. 1685) besteht aus doppelten Behältern, deren innerer mit Blei ausgeschlagen und von aussen mit Wasser gekühlt ist. Zur Führung des Papiers dienen Glasstäbe *C* und als Säureabstreicher Blei- oder Hartgummistäbe *B*, welche die überschüssige Säure wieder in den Kasten zurückleiten. Das rohe Papier muss in einem Ständer gelagert sein, welcher Bremsvorrichtung erhält, um Zuckungen in der Papierbahn zu verhüten, damit das Papier nicht unregelmässig in der Säure verweilt und dabei verbrennt.

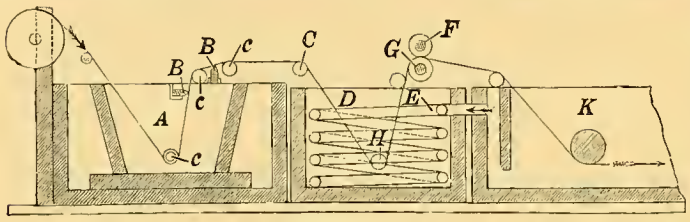


Fig. 1685.

Aus dem Pergamentirbade gelangt das Papier in einen mit Bleischlange *E* versehenen Wasserkasten *D*, dessen Wasser die dem Papier anhängende Säure so lange aufnimmt, bis das Gemisch von Wasser und Säure etwa 25 bis 30° Bé zeigt. Die Bleischlange hat den Zweck, das Säuregemisch zu kühlen und wird mit dem überschüssigen Wasser des Waschkastens *K* gespeist.

Ueber dem Wasserkasten *D* sind zwei Gummiwalzen *F G* gelagert, welche den Zweck haben, den letzten Rest schon schwacher Säure vollends abzupressen, damit möglichst wenig in den Waschkasten gelangt.

Das Drehen der Papierbahn von Hand ist bei diesem Verfahren durchaus nicht zweckmässig, weil eine regelmässige Geschwindigkeit damit nicht erzielt werden kann, und infolgedessen das Pergament wellig in der Durchsicht erscheinen und bei dünneren Sorten viel Ausschuss entstehen würde. Der Betrieb muss unbedingt maschinell sein, und die Geschwindigkeiten für verschiedene Papierdicken werden mit Stufenscheiben geregelt.

Fig. 1686.

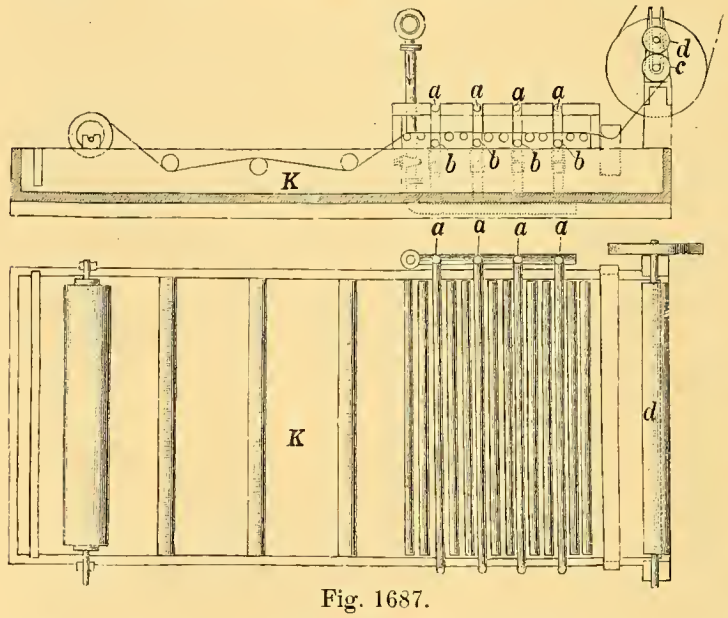


Fig. 1687.

Das nun in Pergament verwandelte Papier gelangt in den in Figg. 1686/87 besonders dargestellten Waschkasten *K*, in welchem 4 bis 6 Paare Spritzrohre *a* und *b* mit feinen Löchern dem Pergament von oben und unten kräftige Wasserstrahlen zuführen, um den letzten Rest von Schwefelsäure zu entfernen.

Werden zwei oder mehrere Papierbahnen gleichzeitig pergamentirt, dann ist es allerdings nothwendig, das Pergament vor dem Waschkasten durch eine alkalische Lösung zu führen, um säurefreies Fabrikat zu erhalten.

Der Waschkasten *K* ist am Ende mit ein paar Holzwalzen *c* und *d* versehen, wovon die untere *c* durch Riemenantrieb gedreht wird. Die obere, um welche sich das Pergament wickelt, ruht in Gabellagern, und das Pergament wird durch sein zunehmendes Eigengewicht sehr fest aufgerollt.

Sobald eine Rolle Rohpapier fertig pergamentirt und gewaschen ist, was sich durch Lakmuspapier erkennen lässt, wird sie vom Waschkasten abgenommen und getrocknet.

Der Säuremischer (Fig. 1681/82) sollte so hoch stehen, dass er ohne Pumpe in den die Maschine speisenden Behälter und dieser ohne Pumpe in den Pergamentirkasten entleert werden kann, da solche kostspielig ist und den Betrieb erschwert. Nöthigenfalls wende man einen Saugheber zum Abziehen der Säure aus dem Mischer in den tiefer stehenden Behälter an, jedenfalls sorge man aber für stets gleich hohen Stand im Pergamentirkasten, weil hiervon, sowie von nicht unter 56° B. sinkender Dichte und nicht über 14° R. steigender Temperatur der Säure der Erfolg wesentlich abhängt. Da die Säure einen erheblichen Theil der Erzeugungskosten ausmacht, so wendet man dieselbe nicht stärker und in grösserer Menge als nöthig an, und manche Fabriken, die ihrer Lage nach hohe Preise für Säure bezahlen und billigen Brennstoff haben, gewinnen einen Theil der Säure durch Eindampfen der Waschwasser zurück.

Joseph Faust giebt in Nrn. 89 und 100 der Papier-Zeitung von 1893 folgende Arbeits-Vorschriften:

Lässt man das Papier beim Durchziehen nicht länger als für die betreffende Sorte Stoff nöthig im Bade, so ist es möglich, durch Abstreifen grosse Säure-Ersparniss zu erzielen; doch achte man darauf, dass das getränkte Papier vor dem Eingehen in das Wasser niemals einen stärkeren Winkel als 60° zu durchlaufen hat. Von sehr grossem Werthe ist gleichmässiges Laufen der Papierbahn, es darf kein Auf- und Abgehen, kein unruhiges Ab- und Zulaufen dabei vorkommen, nichts, was der Arbeiter mit den Worten bezeichnet: »die Rolle schlägt«. Zentrisches, gleichmässiges, ruhiges Ablaufen und Durchziehen ist nothwendig, um richtig abstreifen, richtig und fest auswaschen und aufwickeln zu können.

Eine Säuremischung kann rasch verdorben werden, wenn feuchtes Papier durchgezogen wird, oder Wasser auch nur in kleinsten Mengen hineinkommt. Man bemühe sich, Rollen ohne Ende durchzubekommen, da Stücke beim Durchziehen, beim Auswaschen, beim Weiterbehandeln, Trocknen, Schneiden oder Rollen usw. erhebliche Mehrarbeit machen und unberechenbare Kosten für Chemikalien usw. verursachen, auch Ausschuss der empfindlichsten Art liefern, den man nicht umarbeiten kann, wie bei anderen Papieren. Hat man die Rolle richtig und gleichmässig am Laufen, so bemühe man sich, die Spritzrohre immer gleichmässig und vollauf arbeiten zu lassen, sodass das Papier von beiden Seiten gut besprengt wird. Hierbei kann man durch falsche Bauart der Maschine oder unrichtige Anordnung der Rohre Falten im Papier bekommen, die sehr verderblich sind und sich nie wieder entfernen lassen. Das Papier muss zwar verschieden behandelt werden, je nachdem es dick oder dünn, breit oder schmal ist, aber die Praxis lehrt den Arbeiter bald, wie er zu verfahren hat. Die Hauptaufgabe ist, dass die Papiere von der Rohstoffrolle gut ab- und auf die Wickelrolle fest und gerade auflaufen.

Beim Auswaschen der Rollen ist es sehr wichtig, die Falten und das Schieflaufen der Bahn unbedingt zu vermeiden; man sehe zu, dass der Anfang der Rolle gerade und ohne Fehler aufgeführt werde, und sollten z. B. Falten sich einstellen, während die Rolle durchläuft, so muss sofort zur Abhilfe geschritten werden. Der Arbeiter selbst wird sehr bald herausfinden, wo der Fehler liegt, und was er zu thun hat, um gerades, faltenloses Laufen der Bahn herbeizuführen. Es ist hierbei sehr von Werth, Maschinen der besten Bauart zu haben, und selbst an diesen ist häufig eine Veränderung nothwendig, um sie den betreffenden Sorten Papier anzupassen, da nicht nur die verschiedenen Dicken, sondern auch die verschiedenen Breiten besondere Behandlung erforderlich machen. Es ist jedoch unmöglich, gute Rollen hervorzubringen, wenn der Rohstoff auf der Papier-Maschine ungleichmässig dick gearbeitet wurde. Wenn das Papier an einer Stelle dicker als an der andern ist, verdirbt eine Menge Papier und verursacht dem aufmerksamen Arbeiter viel Mühe.

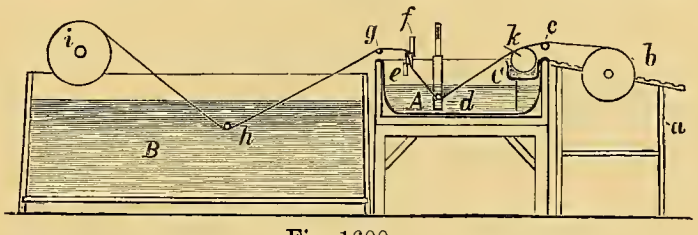


Fig. 1688.

Zur Herstellung *dicker Pergamentpapiere* wird die in Fig. 1685 skizzirte Einrichtung nach M. Lotter, wie in Fig. 1688 skizzirt, so abgeändert, dass das

Papier eine stärkere Einwirkung von Schwefelsäure erfährt. Auf den Pergamentirkasten *A* ist zu diesem Zweck ein Bleitrog *C* gesetzt, welcher mit Schwefelsäure von 60° B. gefüllt ist und worin sich eine kupferne mit vulkanisirtem Kautschuk überzogene Walze *k* dreht. Die Glasstreifen *e* und *f*, sowie der Glasstab *d* sind nach *g* hingerückt, um dem Trog *C* Platz zu machen. Durch langsames Drehen der Walze *k* wird die Säure gewissermaassen in das darüber hinziehende Papier eingerieben und dadurch gründlicheres Pergamentiren erzielt. Das so hergestellte Pergamentpapier hat keine weissen Stellen und ist ganz klar.

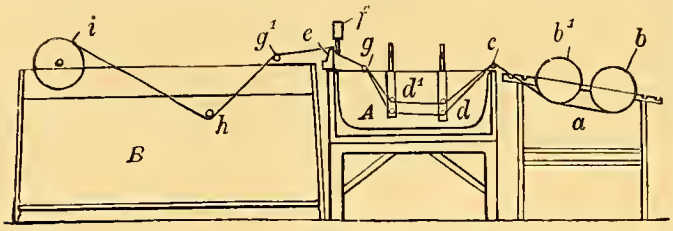


Fig. 1689.

Osmose-Papiere zur Zuckerfabrikation werden aus mehreren Lagen tadellos gearbeiteten Papiers hergestellt, welches man länger als gewöhnlich der Einwirkung von Säure unterwirft. Dies geschieht wie in Skizze Fig. 1689 gezeigt, indem man die von den Papierrollen *b* $b^1$ in gespanntem Zustand ablaufenden Bahnen über den Glasstab *c*, unter den Glasstäben der beiden Gestelle *d* $d^1$ durch die Säure im Trog *A*, über den Glasstab *g* und zwischen Bleikante *e* und Glaskante f führt. Auf dem Wege von *g* nach *e* kommen die pergamentirten Flächen beider Bahnen zusammen, kleben durch Druck vereinigt aneinander und gehen, wie bei den früher beschriebenen Einrichtungen durch Waschwasser usw. M. Lotter schreibt in Nr. 100 der »P.-Z.« v. 1894 dazu noch Folgendes:

Je mehr Rohpapier durch die Säure im Trog *A* läuft, desto höher steigt deren Temperatur, sodass dieselbe oft nach Durchgang weniger Rollen sich auf 20° C. und mehr erhöht, wodurch aber die Papierbahnen leicht reissen, und Verluste an Papier eintreten.

Um dies möglichst zu vermeiden und mit einer Füllung des Troges *A* so viel Papier als thunlich zu pergamentiren, kühlt man die Säure in *A* durch kaltes Wasser. Der Säuretrog *A* ist nämlich mit Bleiblech ausgekleidet, wie schon erwähnt, ruht aber nicht auf der Holzverschalung, sondern ist noch von einer Kupferschalung umgeben, die den Zweck hat, die Bleischale zu stützen, damit sie von dem Gewicht der Säure nicht zerrissen wird. Zwischen diesem Kupferboden und der Holzverschalung des Troges zirkulirt Kühlwasser, welches durch Eis unter 16° C. gehalten wird. Je dünner die Papiere sind, desto grösser ist bei gesteigerter Temperatur die Gefahr, dass die Papierbahn in der Säure abreisst. Nach dem Eingiessen kalter Säure fängt man daher an, die dünnsten Papiere zuerst zu pergamentiren und alsdann die stärkern und wechselt lieber Lineale, Glasstäbe und Gestelle wenn nöthig mehrmals, da die Kühlung auf die Dauer die Erwärmung der Säure nicht hindern kann.

Aus drei und mehr verschiedenen Papieren entstehen dicke Pergamentpapiere mit Hilfe einer Anordnung, die in Fig. 1690 skizzirt ist. Die 3 von den Rollen $bb^1b^2$ ablaufenden Papierbahnen werden, damit sie einzeln durch die Säure gehen, von ebensovielen Glasstäben des Gestelles *d* niedergehalten, vereinigen sich dann und werden, wie früher beschrieben, weiter behandelt. Für die hierbei auszuführende Arbeit giebt M. Lotter in Nr. 92 der »P.-Ztg.« 1894 folgende Anleitung:

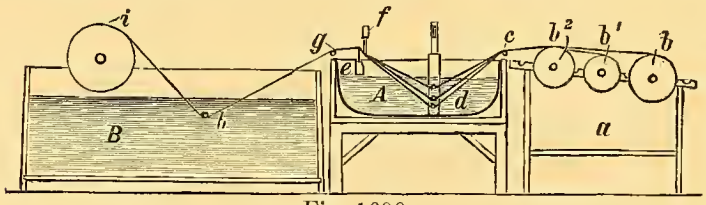


Fig. 1690.

Zunächst wird das Gestell *d* von zwei Arbeitern frei in der Luft über den Trog *A* gehalten, sodass es einem dritten Mann möglich wird, die drei Papierbahnen zwischen den Glasstäben durchzuziehen, worauf er diese hinter dem Gestell mittels zweier Holzstäbe zusammenbindet.

Hierauf taucht er das Gestell mit den Papieren in die Säure, und sämmtliche Papierbahnen werden nun vom dritten Mann durch die Säure gezogen, dann über den Glasstreifen *e* hinweg, welchem sofort der Glasstreifen *f* übergestellt wird, nach *g*, unter *h* ins Wasser und schliesslich auf den Haspel *i*.

Die Vereinigung der drei Papierbahnen erfolgt zwischen den beiden Glasstreifen *e* und *f*, welche die überschüssige Säure abstreifen und den nöthigen Druck auf die Papierrollen üben. Nöthigenfalls wird an den Papierrollen $b\ b^1\ b^2$ eine Bremsvorrichtung angebracht, welche bewirkt, dass die Papierbahnen straffer durch die Säure laufen, wodurch auch der Druck zwischen *e* und *f* erhöht wird.

Die drei Papierbahnen müssen derart gleichmässig laufen, dass Luftblasen zwischen denselben nicht bleiben können, weil solche zur Folge hätten, dass das pergamentirte Papier, nachdem es durch das Wasser gegangen, sich wieder in verschiedene Theile trennen liesse und für die Osmose unverwendbar wäre.

Da dem so pergamentirten Papier viel Säure anhaftet, so muss der Haspel *i* rasch abgewickelt und das Papier in einen zweiten Bottich mit grossem Wasserinhalt gebracht werden, damit dieselbe möglichst bald verdünnt wird, denn es kann vorkommen, dass das pergamentirte Papier auf dem Haspel bei zu langsamer Arbeit selbst zusammen klebt und sich dann nicht mehr unversehrt abwickeln lässt. In der Regel lassen sich lockere mit dichten Rohpapieren besser vereinigen, als gleichmässig gearbeitete unter sich; ferner wächst die Schwierigkeit der tadellosen Vereinigung verschiedener Papierbahnen mit ihrer Breite.

In vielen Fällen muss nach Aussüssen der Schwefelsäure durch wiederholtes Erneuen des Wassers die noch anhaftende Säure abgestumpft werden. Dies geschieht, indem man, wie in Fig. 1691 skizzirt, das auf eine Holzwalze *a* oder *b* gewickelte nasse Pergamentpapier unter den Walzen *c* und *d* durch das im hölzernen Trog *A* befindliche Waschwasser zieht, welchem nach Bedarf mehr oder weniger Ammoniak zugesetzt ist. Das Auf- und Abrollen von *a* nach *b* und umgekehrt erfolgt ein- oder mehreremal.

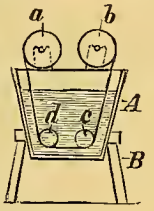


Fig. 1691.

Wird blaues Lakmus-Papier auf solchem pergamentirtem Papier nicht mehr roth, so ist der Zweck erreicht, und man hat es nur noch mit heissem Wasser völlig auszuwaschen, d. h. von dem gebildeten schwefelsauren Ammoniak zu befreien.

Das Wasser wird in einem Kasten nach Art von *D* in Fig. 1685 mit direktem Dampf auf 40 bis 50° C. erwärmt, das Papier wiederholt durchgezogen, von einer Walze auf die andere und zuletzt auf eine Holzwalze gewunden, durch welche ein vierkantiger Eisenstab gesteckt wurde, der als Welle dient.

Das so erhaltene Papier lässt man, bevor dasselbe auf die Trockenmaschine gebracht wird, durch zwei Paar mit Leinwand überzogener Messingwalzen laufen, entfernt damit das anhängende Wasser und wickelt es stramm auf eine Holzwalze. Diese Messingwalzen, welche über einander in einem Eisengestell montirt sind, werden von der Transmission aus getrieben.

*Packpergamentpapiere* werden aus dünnen langfasrigen Papieren angefertigt, zu deren Herstellung beste Baumwoll-Lumpen dienten. Man muss jedoch, da es sehr schwer ist, die richtige Durchlaufgeschwindigkeit des Rohpapiers durch die Säure zu treffen, sehr häufig zu Anfang der Bewegung stärkeres Papier zur Unterlage mitlaufen lassen. Dieses stärkere Papier wird, sobald einige Lagen der Papierbahn auf den Haspel gewickelt sind, abgeschnitten, und das dünne Papier läuft dann allein durch die Säure.

Da dieses Verfahren einen Verlust an verkäuflichem Pergamentpapier bedeutet, so wird es nur angewendet bei theuren Sorten wie Pauspapier, nicht aber bei den billigen, welche zum Einwickeln von Butter, Käse usw. Verwendung finden. Hierbei ist zu bemerken, dass das Rohpapier zur Darstellung von Pauspergament durchaus trocken aufbewahrt werden muss, wenn brauchbares Pergamentpapier erreicht werden soll. Dies gilt selbstredend auch für alle andern Rohpapiere, welche pergamentirt werden sollen und ist erforderlich, weil die geringste Feuchtigkeit des Papiers veranlasst, dass es in der Säure reisst oder fleckig, streifig oder wolkig wird.

Selbst das mit grösster Vorsicht dargestellte *Pauspergament* wird die Tinte-, Tusche- oder Farbenlösungen etwas ausfliessen lassen, sodass für Pausen verwendet die feinsten Linien nicht absolut rein sind. Da dies aber eine Hauptbedingung guter Verwendbarkeit für diesen Zweck ist, so muss das pergamentirte Papier, nachdem es, wie schon früher erwähnt, mit Wasser gut ausgewaschen ist, durch eine 5 bis 10° Bé starke Lösung von essigsaurer Thonerde geführt werden. Hiernach gelangt das Papier auf die Messingwalzen, die sogenannte Flatsche, zur Entfernung der überschüssigen Lösung, von da nach dem Trockner, wo die Essigsäure der essigsauren Thonerde sich verflüchtigt, die Thonerde aber auf dem Papier zurückbleibt und verursacht, dass mit Tinten- oder Farblösungen gezogene Federstriche scharf begrenzt erscheinen.

Je nach der erfolgten Pergamentirung des Rohpapiers muss, um den obengenannten Zweck zu erreichen, die Behandlung mit essigsaurer Thonerde ein- oder mehrmals vorgenommen

werden. Zu grosse Ablagerung von Thonerde macht jedoch das Pergamentpapier weiss, weniger durchscheinend und brüchig, weshalb grosse Vorsicht nöthig ist.

Zu *farbigem Pergamentpapier* verwendet man meistens mittelstarke Papiere; die Färbung der mit Wasser vollständig ausgewaschenen Papiere erfolgt in heissen wässrigen Anilinfarben-Lösungen in einem Trog von der in Fig. 1691 skizzirten Art.

Nachdem Wasser im Trog mit direktem Dampf kochend heiss gemacht ist, löst man die Farben darin auf, und zwar für Roth: Fuchsin alkohol., Eosin oder Cerise. Für Gelb: Pikrinsäure oder pikrinsaures Natron. Für Orange: Anilin-Orange oder Pikrinsäure mit Fuchsin. Für Braun: Bismarckbraun. Für Grün: Malachitgrün. Für Blau: Nachtblau oder Anilinblau-violett. Für Schwarz: Eine Mischung von Methylviolett, Malachitgrün und Cerise. Für Violett: Methylviolett. Da die Anilinfarben sehr grosses Färbvermögen besitzen und von Pergament-papier leicht aufgenommen werden, so kann man schon mit 20 g Farbe auf eine Füllung des Trogs ziemlich lebhafte Farbtöne erzielen, welche man durch wiederholtes Durchführen des Pergamentpapiers durch die heisse Lösung oder weiteren Zusatz von filtrirter Farblösung in den Färbetrog satter erhalten kann.

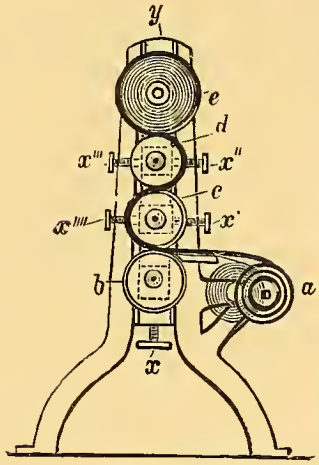


Fig. 1692.

Wichtig ist, dass die Farbstoffe vollständig gelöst sind, und man verwendet hierzu Regenwasser oder destillirtes Wasser, damit die Papiere ja nicht fleckig werden.

Nach dem Färben wird das Papier einmal durch reines Wasser geführt und dann auf die Flatsche gegeben, um das überschüssige noch gefärbte Wasser zu entfernen. In Fig. 1692 ist eine sogenannte Flatsche dargestellt, deren Messingwalzen senkrecht übereinander liegen, mit Leinwand überzogen sind und den Zweck haben, das überschüssige Wasser des Pergament-Papiers zu entfernen, damit dasselbe getrocknet werden kann.

*a* ist die auf eine Holzbüchse gewickelte Pergamentpapierrolle, wie sie vom Waschen kommt; diese Büchse sitzt auf einer eisernen durchgeschobenen Stange, *b* und *c* sind mit Leinwand überzogene Messingwalzen, *d* ist eine Messingwalze ohne Ueberzug, und *e* ist eine Holzbüchse, welche ebenfalls auf einer eisernen durchgeschobenen Stange sitzt und das Papier von *a* aufnimmt, *x x' x'' x''' x''''* sind Stellschrauben für die Lager der Messingwalzen. Das Papier geht von *a* zwischen die Walzen *b* und *c*, über die Walze *d* nach *e* und wickelt sich um *e* glatt auf. Die Maschine wird mit Riemen angetrieben.

**609. Trocknen, Weichmachen, Glyceriniren.** Nachdem das Pergament-Papier, wie in Fig. 1692 dargestellt, auf mechanischem Wege möglichst von Wasser befreit und wieder aufgerollt ist, muss das noch darin befindliche verdampft werden.

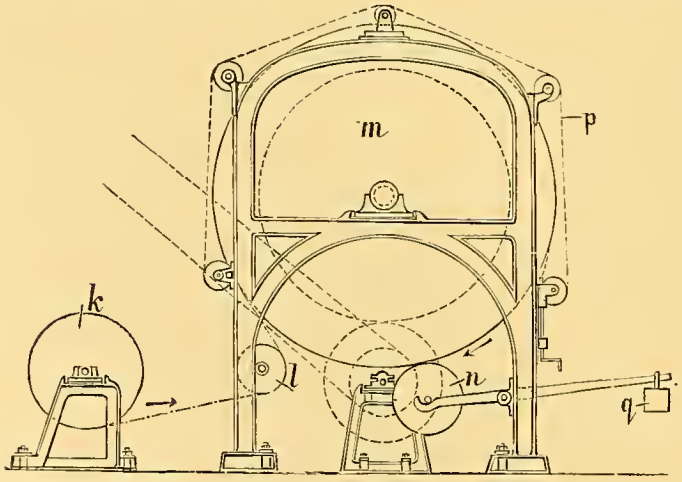


Fig. 1693.

Ein hierzu dienender Trockner sehr einfacher Art ist in Fig. 1693 dargestellt. Das Papier läuft von der Rolle *k* über Walze *l* auf den Trocken-Cylinder *m* und wickelt sich auf der vom Gewicht *q* gegen *m* gepressten Walze *n* wieder auf. Ein Trockenfilz *p* umhüllt das Papier auf dem Cylinder *m*.

Zum Trocknen mit dieser Einrichtung ist grosse Erfahrung nöthig, damit sich keine Blasen und sonstige Fehler zeigen, der Arbeiter muss die für jede Sorte nöthige Geschwindigkeit und Temperatur kennen u.s.w. Trockner mit einem einzigen grossen Cylinder

werden von manchen Fabrikanten den aus mehreren kleinen Cylindern bestehenden vorgezogen, weil sich beim Uebergang von einem Cylinder zum andern an der Luft leicht Blasen und Runzeln bilden sollen. Der Cylinder darf jedoch nicht allzu sehr erhitzt werden, weil Pergamentpapier bei zu hoher Temperatur wellig wird.

Eine leistungsfähige Einrichtung ist in Fig. 1694 dargestellt und von M. Lotter folgendermaassen beschrieben.

Das Papier der von der Flatsche (Fig. 1692) genommenen Rolle *a* läuft in der Richtung des Pfeils über den Glasstab *b* und um die Cylinder *e i o s w*, wobei es von den messingnen Führungswalzen *c d f g h k l m n q r t u v x* getragen wird. Von der letzten Führungswalze *x* ab geht es durch 2 mit Leinwand überzogene Messingwalzen, deren untere *y'* in dünne Glycerinlösung taucht, die sich in der Kupferrinne *y* befindet. Das fertige Papier wickelt sich auf eine Büchse *z*, die auf eisernem, durchgeschobenem Stab sitzt. Die Cylinder *e i o s w* werden wie

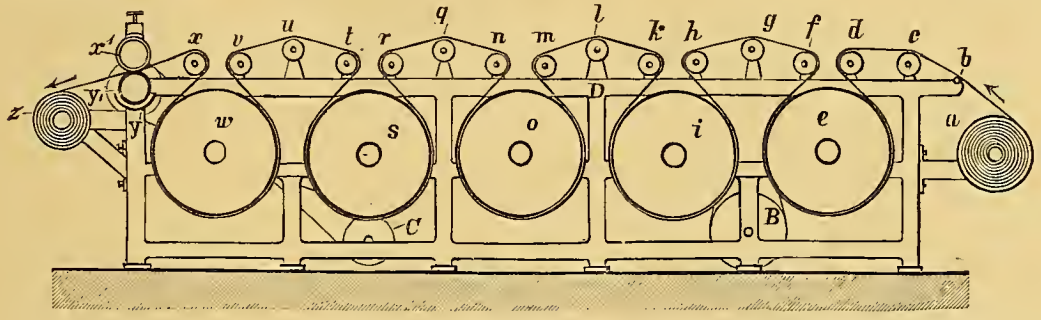



Fig. 1694.

die der Papiermaschinen mit Dampf geheizt. Der Betrieb der Maschine erfolgt von der Riemscheibe *B* aus, welche mit einem Zahnrad auf gleicher Welle sitzt und durch verschiedene Zahngetriebe die 5 Trockencylinder in ganz gleichmässige Umdrehung versetzt. Eines dieser Zahnräder setzt auch das Rad *C* in Bewegung, von dem aus dem Walzenpaar *x' y'* mittels Riemen beliebige Geschwindigkeit gegeben werden kann, je nach der Spannung, welche das Papier nöthig hat. Die Spannung wird ausserdem durch eine Bremsvorrichtung geregelt, welche auf der eisernen Welle von *a* sitzt.

Um Pergamentpapier durch den Trockner zu leiten, führt man zuerst einen dünnen Hanfstrick unter und über die Trockencylinder und Gleitrollen als Vorläufer der Papierbahn von *a* nach *z*. Danach bindet man das Papier-Ende zwischen zwei Holzstäbchen ein, genau so wie es beim Pergamentiren geschieht, und befestigt die beiden Enden der Stäbchen an dem dünnen Hanfstrick.

Sind die 5 Trockencylinder gleichmässig mit Dampf angewärmt, so setzt man die Maschine in Gang. Ein einzelner Mann kann dann leicht durch stetes Anziehen des Hanfstrickes die Papierbahn über die Trockencylinder und Gleitwalzen bis zu dem Walzenpaar *x' y'* bringen. Man schneidet unmittelbar vor demselben das Papier durch, entfernt den Hanfstrick und die Holzstäbchen und lässt das Papier durch das Walzenpaar laufen. Wenn die Papierbahn auf der andern Seite der Walzen erscheint, fasst man sie rasch und wickelt sie über die Büchse *z*, welche ihre Bewegung von einem schmalen Riemen erhält. Ein zweiter Mann hat während dessen die Dampfhähne geregelt, sodass das Papier glatt trocknet und keine Blasen oder Runzeln erhält. Ebenso muss derselbe genau darauf achten, dass die Papierbahn durch zu rasches Trocknen nicht zu schmal wird; bei mittelstarkem Papier soll sich die Breite des fertigen Papiers höchstens von 115 cm auf 100 cm verringern. Nur grosse Uebung und Sorgfalt bewahrt vor empfindlichem Schaden, der nicht nur durch mangelhafte Trocknung, sondern auch dadurch entstehen kann, dass die Spannung des Papiers zu gross ist, und dieses plötzlich auseinander reisst, — ein Umstand, welcher rasches Eingreifen erheischt.

Das Papier muss nach dem Trocknen noch einen gewissen Feuchtigkeitsgehalt besitzen, weil sich sonst kein dauernder Glanz des Papiers mit dem Kalander erzielen lässt. Dies wird durch die Walzen *x' y'* erreicht, welche das aufgenommene Glycerin dem Papier mittheilen und es dadurch hygroskopisch d. h. wasseranziehend machen.

Für Osmose-, also starke, doppelte oder dreifache Papiere wird die Glycerinlösung stärker gemacht und zwar aus 1 Theil Glycerin auf 2 Theile Wasser, dagegen wird bei Paus-

papier die Rinne $y$ nur mit Wasser (ohne Glycerin) beschickt. Osmosepapiere kommen in der Regel nicht auf den Kalander, alle übrigen dagegen erhalten ein- oder zweiseitigen Glanz.

In manchen Fällen muss man fertiges Pergamentpapier glyceriniren und führt es zu diesem Zweck durch einen mit Glycerin-Lösung gefüllten Trog. Dann empfiehlt es sich, das Pergamentpapier unmittelbar vor dem Eintauchen über eine geheizte Walze gehen zu lassen, um alle der Aufnahme von Glycerin hinderliche Feuchtigkeit zu verjagen.

Durch Aufnahme von Glycerin-Lösung wird das Pergamentpapier nicht nur für das Glätten gefeuchtet, sondern zieht auch nachher wieder Feuchtigkeit

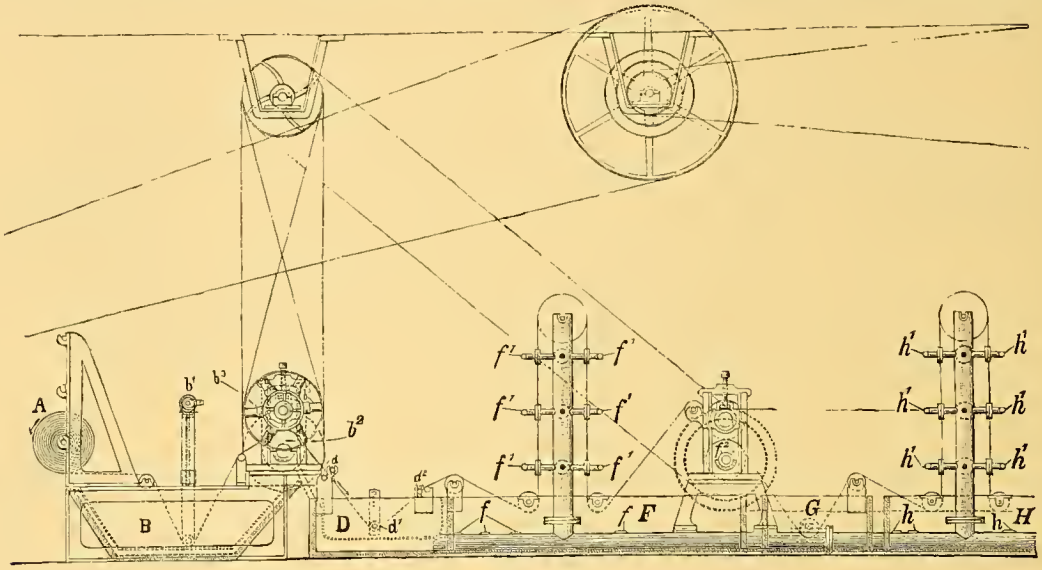



Fig. 1695.

aus der Luft an, bleibt also dauernd weich. Die Anwesenheit von Glycerin ist an dem süsslichen Geschmack erkennbar.

Es empfiehlt sich, nur gereinigtes Glycerin anzuwenden, weil aus Glycerin bei hoher Temperatur leicht Acroleïn entsteht und sich im ungereinigten Fabrikat schon befinden kann. (Pap.-Ztg. Nr. 2 von 1893.)

$$\underset{\text{Glycerin}}{C_3H_5(OH)_3} = \underset{\text{Acroleïn}}{C_3H_4O} + \underset{\text{Wasser}}{2\,H_2O}$$

Acroleïn hat einen unangenehmen stechenden Geruch, der sich auch dem Pergamentpapier mittheilen kann. Der Geruch von Limburger Käse, welchen ein grosser Posten Pergamentpapier hatte, rührte wahrscheinlich von der Verwendung billigen ungereinigten acroleïnhaltigen Glycerins her.

**610. Pergamentir-Maschine.** Robert Fritsch, Papierfabrikant in Neudeck in Böhmen hat die deutschen Patente 29 395 und 36 159 auf eine Einrichtung zum Pergamentiren in endloser Bahn erhalten, die seit vielen Jahren in Oesterreich und Deutschland in Betrieb ist. Fig. 1695 giebt eine Aufriss-Skizze derselben in 1 : 50 der wahren Grösse.

Die rohe Papierbahn wird von der mit Reibungs-Bremse versehenen Rolle $A$ durch den mit Blei ausgeschlagenen Säuretrog $B$ geführt und hier pergamentirt. Durch Höher- und Tieferstellen der Tauchwalze mit den von einer

Kurbel regirten Kegelrädern und Schrauben $b^1$ kann man den vom Papier im Säurebad durchlaufenen Weg verkürzen und verlängern. Die dem Papier noch anhängende Schwefelsäure wird von den Hartgummiwalzen $b^2$ $b^3$ abgepresst und fliesst in den Säuretrog $B$ zurück. Der Antrieb der Walzen erfolgt von oben durch Riemen und ausdehnbare Scheiben.

Beim Ausgang von den Pressen wird auf beide Seiten des jetzt pergamentirten Papiers aus Röhren $d$ Wasser gespritzt, durch welches der Rest von Säure möglichst entfernt werden soll. Dann geht die Bahn durch den Bleitrog $D$, worin sie von der verstellbaren Walze $d^1$ niedergehalten wird und unter 2 Glas-

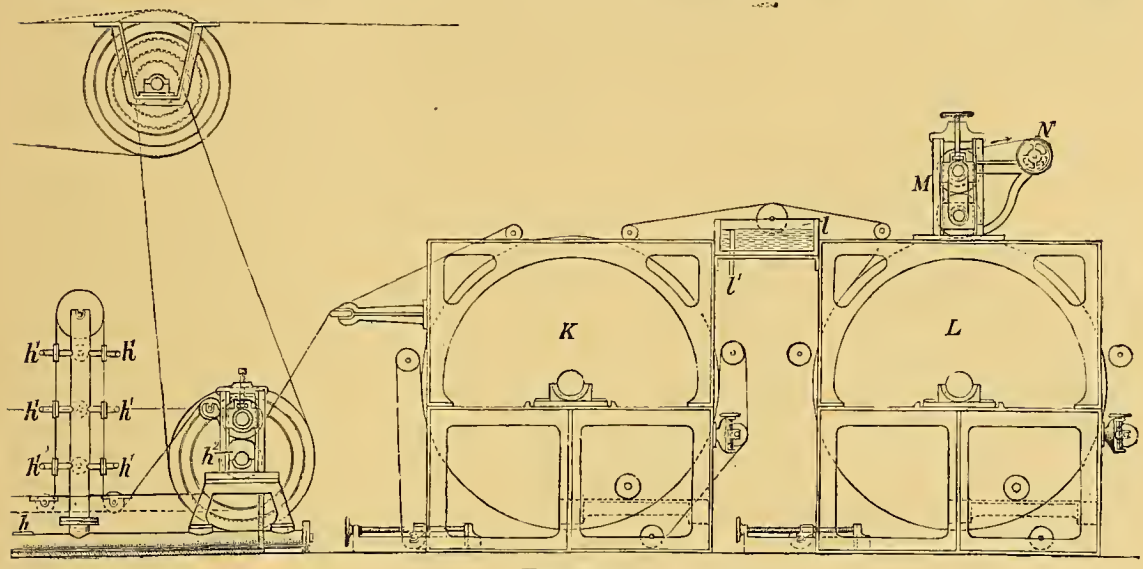



Fig. 1695.

stäben $d^2$ durch, welche anhängende Flüssigkeit abstreifen. Die Mischung von Säure und Wasser, welche sich im Trog $D$ sammelt und noch etwa 20° B. stark ist, fliesst beständig in Behälter ab um eingedampft zu werden.

Im Trog $F$ wird die untere Seite der Bahn von Spritzrohren aus abgewaschen, die aus Ansätzen $f$ der Hauptleitung abgezweigt sind. Ein senkrechtes Rohr speist die Spritzrohre $f^1$, welche die obere Seite des Papiers bestreichen. Gummiwalzen $f^2$ pressen noch anhängendes Wasser ab und lassen es nach $F$ zurückfliessen. Nach der aus Patentschrift Nr. 36159 entnommenen Skizze Fig. 1696 erfolgt das Abspritzen beider Seiten der Bahn aus Zweigrohren $S$ des senkrechten Rohres $K$.

In dem folgenden Trog $G$ wird etwaige noch anhängende Säure durch ein Ammoniak-Bad neutralisirt, und in $H$ erfolgt durch Spritzrohre $h$ $h^1$ wieder gründliches Abwaschen der Bahn, die zwischen Gummiwalzen $h^2$ nochmals ausgepresst wird.

Die Trocknung wird auf mit Dampf geheizten Cylindern $K$ $L$ ausgeführt. Zwischen oder vor diesen geht die Papierbahn durch einen Kasten $l$, der bis auf Höhe des Ueberlaufrohrs $l^1$ mit Glycerin, Traubenzucker oder essigsaurem Kali gefüllt ist. Nach dem Patent 85484 von Johann Sattler in Neuss wird Glycerin vom Pergamentpapier besser aufgenommen, wenn es vor dem Tränken erwärmt

und ein Theil seines Wassers verdampft ist. Wenn das Pergamentpapier grössere Geschmeidigkeit haben soll, als es im Trog *l* erlangt, so wird es hinter der Gummipresse $h^2$ aufgewickelt, durch ein besonderes Glycerinbad gezogen, wieder aufgerollt, 3—6 Stunden mit der Glycerin-Tränkung auf der Rolle belassen und dann erst vorsichtig getrocknet.

Ueber dem letzten Trockencylinder *L* liegt ein Glättwalzen-Paar *M*, durch welches die Papierbahn geht, ehe sie bei *N* aufgewickelt wird.

Die Geschwindigkeit der Maschine kann so geregelt werden, dass sie von 5 bis 40 m Bahn in der Minute und bis 4000 kg in 24 Stunden liefert. Das Säurebad oder das Verweilen des Papiers im Pergamentirtrog kann von $1^1/_2$ bis 10 Sekunden dauern und der Verbrauch an Säure von 55 bis 58° B. soll nur $^1/_2$ bis $^3/_4$ kg auf jedes kg Rohpapier betragen, während nach früherem Verfahren 2 bis 5 kg dazu nöthig waren.

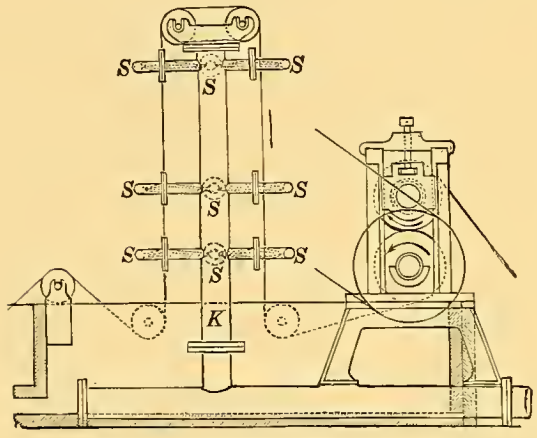


Fig. 1696.

Diese Ersparniss ist besonders dadurch bewirkt, dass der grösste Theil der anhängenden Säure im Waschwasser des Trogs *D* bleibt und, wie erwähnt, durch Verdampfen zurückgewonnen wird. Das Waschwasser läuft zu diesem Zweck aus Trog *D* durch Bleiröhren in bleierne Behälter, in denen man es mittels bleierner Dampfschlangen verdampft, bis die zurückbleibende Säure stark genug zur Rückleitung und Wiederverwendung bei der Maschine ist.

Nach der deutschen Patentschrift Nr. 31749 von Arnold in Stotzheim bei Euskirchen soll das aus den ersten drei Spritzrohren kommende Wasser so lange wieder hochgepumpt und zum Abspritzen desselben Theils der Papierbahn benutzt werden, bis es eine Stärke von 18 bis 20° B. erreicht hat und nur wenig Eindampfens bedarf um wieder zum Pergamentiren dienen zu können. Zwei weitere mit frischem Wasser gespeiste Spritzrohre sollen zur Befreiung des Papiers von Säure genügen. Während sonst 12000 l Waschwasser in der Stunde gebraucht werden und mit 1 bis 1,5 pCt. Säuregehalt abfliessen, sollen für das patentirte Verfahren nur 1200 l in der Stunde nöthig sein. Die hier vorgeschlagene Konzentration des Waschwassers ist jedoch nicht zu empfehlen, weil es dadurch wieder zu starker Säure wird, die von Neuem Pergamentirung anstatt der nothwendigen raschen Befreiung von Säure bewirkt.

**611. Glätten.** M. Lotter beschreibt in Nr. 101 der »P.-Z.« von 1894 das in Fig. 1697 dargestellte einfache Glättwerk.

Es besteht aus 2 Papierwalzen *a b* und 2 hohlen Stahlwalzen *c d*, welche mit Kesseldampf geheizt werden. Der Druck zwischen den Walzen kann durch die Schrauben *h k* vermehrt oder vermindert werden.

Das Papier geht von der Papierrolle *g* zwischen den Walzen *a* und *c*, *c* und *b*, dann *b* und *d* durch und wickelt sich bei *f* auf eine Büchse auf.

Der Kalander wird durch Riemen von der Transmission aus getrieben. Soll das Papier auf beiden Seiten Glanz erhalten, so muss es nochmal umgedreht durch den Kalander laufen.

Hat man genug dünnes Papier zu verarbeiten, so ist es sehr vortheilhaft, für dasselbe einen Kalander ausschliesslich zu verwenden, da hierdurch bessere gleichmässigere Waare geliefert werden kann.

Um dem Pergamentpapier narbige oder anders gemusterte Oberfläche zu geben, lässt man es durch ein Musterwalzwerk von der Seite 1001 beschriebenen Art gehen.

Pergamentpapiere werden entweder in endlosen Rollen nach Gewicht verkauft oder in Blättern von vorgeschriebenen Maassen z. B. Einsiede-Pergamentpapier für Fruchtgläser 42 cm breit, 48 cm lang; Pauspapier 100 cm breit, in Rollen, in der Regel 25, 50 und 100 m lang. Packpapier 24 cm breit, 36 cm lang usw. Eine Ausnahme hiervon machen Osmosepapiere, da man dieselben nicht nur nach bestimmt vorgeschriebenen Maassen liefern, sondern auch mit Locheisen aus jedem Bogen die dem Rahmen der jeweiligen Osmose-Apparate entsprechenden Löcher ausstanzen muss, sodass die Zuckerfabriken nur die so vorgerichteten Pergamentbogen in die Osmose-Apparate einzuhängen haben.

**612. Erkennen, Kleben, Bedrucken und Wiederverarbeitung.** Seitdem Pergamentpapier, wie auf Seiten 1628 bis 31 erklärt, durch Sulfitstoff-Papier nachgeahmt und für viele Zwecke ersetzt wird, müssen die Verbraucher häufig untersuchen, welche Sorte ihnen vorliegt. Besichtigung allein genügt hierzu nicht, weil dick in den Holländer eingetragener, mit stumpfen Schienen gemahlener aufgequollener Sulfitstoff Papier ergiebt, welches ebenso durchscheinend ist und anscheinend dieselbe Oberfläche hat wie Pergamentpapier. Die Fasern des Sulfitstoffs behalten jedoch ihre Form und zeigen dieselbe noch beim Durchreissen des Papiers, während sie im Pergamentpapier eine Umwandlung erfahren, gallertartig werden und glasigen oder zackigen und faserlosen Bruch ergeben.

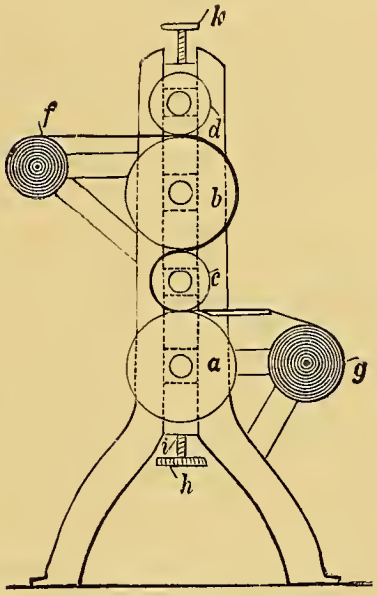


Fig. 1697.

Die fasrige Beschaffenheit der Nachahmung genügt in den meisten Fällen schon zur Unterscheidung, hat aber auch die Folge, dass Sulfitstoff-Papier weniger widerstandsfähig gegen Feuchtigkeit ist als Pergamentpapier, in Wasser aufweicht und dann leicht zerreisst. Pergamentpapier leistet der Feuchtigkeit Widerstand, behält trotz derselben nahezu seine ganze Festigkeit und zeigt nach wie vor scharfen, unter der Lupe etwas zackigen Riss. Echtes Pergamentpapier hält längere Zeit in kochendem Wasser aus, während nachgeahmtes sich auflöst.

Pergamentpapier aus Baumwolle verändert sich in stark gesättigtem Kalkwasser nicht, behält auch seine weisse Farbe, während Sulfitstoff-Papier sich nach einiger Zeit darin gelb bis braun färbt und diese Färbung auch durch Auswaschen nicht verliert. Der Kalk wirkt hier ähnlich wie Chlorkalk-Lösung beim Bleichen von Sulfitstoff (vergl. Seite 1591.)

Kalkwasser kann jedoch nur bei solchen Papieren zur Erkennung von Sulfitstoff dienen, die keinen Holzschliff enthalten, da es auf diesen in gleicher Weise wirkt. Man muss also mit einem der Seite 1058 erwähnten Hilfsmittel feststellen, ob das Papier Holzschliff enthält und auf die Kalkwasser-Probe verzichten, wenn dies der Fall ist. Papiere, welche einen Ueberzug von thierischem Leim haben oder Stärkemehl enthalten, müssen vorher durch Auswaschen mit heissem Wasser davon befreit werden. Als selbstverständlich muss vorausgesetzt

werden, dass das Papier keine Farbstoffe enthält, welche durch Alkalien eine Aenderung erfahren.

Als 1870 zur Ernährung des deutschen Heeres im Feldzug Erbswürste mit Hüllen aus Pergamentpapier hergestellt werden sollten, konnte man es erst hierzu benutzen, als man im Chromleim ein Mittel zum Kleben desselben gefunden hatte. Leim wird zu diesem Zweck vor dem Kleben mit doppelt chromsauerm Kali versetzt und die Klebstelle nach dem Kleben dem Sonnen- oder Tageslicht ausgesetzt. Durch Einwirkung des Lichts wird Chromleim unlöslich, wie man aus dessen Verwendung bei Lichtdruck und Photographie weiss. Seit jener Zeit wurde ermittelt, dass auch Caseïnleim ein gutes Bindemittel für Pergamentpapier ist. Man stellt ihn her, indem man Quark oder Weichkäse mit Boraxlösung versetzt. Die Mischung bildet nach dem Trocknen eine gräulichweisse Masse, die sich in Wasser leicht wieder löst und grosse Klebkraft besitzen soll, wenn man sie in breiartiger Beschaffenheit verwendet. Die geklebten Stoffe werden der Wirkung heisser Wasserdämpfe ausgesetzt.

60 Gewichtstheile reines arabisches Gummi, 45 Gewichtstheile Weizenstärke und 15 Gewichtstheile besten Zuckers sollen auch einen geeigneten Klebstoff ergeben. Man löst den Gummi in soviel Wasser, als zum Kochen der angegebenen Menge Stärke erforderlich ist und giebt Stärke und Zucker in die Lösung, die man im Wasserbade so lange kocht, bis die Mischung klar ist und etwa die Beschaffenheit von flüssigem Theer angenommen hat.

Tragantine, Brillantkleister und andere neuere Klebstoffe sollen sich gleichfalls zum Kleben von Pergamentpapier eignen.

Beim Bedrucken von Pergamentpapier rollen sich die Bogen leicht und man muss desshalb etwas langsamer als gewöhnlich arbeiten und starke Farbe verwenden, da alle schwächeren Druckfarben abgestossen werden. Das Papier sollte vorher durch Einlegen in feuchtes Papier gleichmässig durchfeuchtet werden. Das Feuchten muss sorgfältig geschehen, weil das Papier sonst wellig wird, und sich dann kein gleichmässiger Druck erzielen lässt. Pergamentpapier nimmt viel Feuchtigkeit auf, dehnt sich dadurch und geht beim Trocknen ungleich ein. Durch Trocknen zwischen starken Saugdeckeln soll man diesen Uebelstand ziemlich ausgleichen können.

Auf Seite 1073 ist auf die Schwierigkeiten hingewiesen, welche Pergamentpapier bei Wiederverarbeitung von altem Papier verursacht. Da es zu seiner Auflösung besonderer Behandlung bedarf, so muss es aus anderem alten Papier aussortirt werden. Die Auflösung der Schichten von Hydrozellstoff kann mit denselben Mitteln erfolgen, welche zur Herstellung dienten, nämlich mit Schwefelsäure oder Chlorzink in angemessener Verdünnung, wie in dem amerikanischen Patent 441462 erwähnt. Nach derselben Quelle eignet sich zum Erweichen der Oberflächen auch Sodalösung, die um so stärker sein muss, je kürzer sie einwirken soll. Das erweichte Pergamentpapier wird durch Kollern zerkleinert.

# THEIL X.

## VULKANISIRTE FASERN. — GELÖSTER ZELLSTOFF, VISCOSE. — CELLULOID. — ZELLSTOFFSEIDE.

**613. Vulkanisirte Fasern.** In der deutschen Patentschrift Nr. 3181 von 1878 ist ein Verfahren zur Herstellung wasserdichten pergamentähnlichen Stoffes aus Papier und Pflanzenfasern beschrieben, welchem von den amerikanischen Erfindern der Name *vulcanised fibre* gegeben wurde. Man kann dasselbe danach auf folgende 2 Arten ausführen:

1. Das Papier wird mit einer Lösung von Chlorzink behandelt, die durch Hitze auf 65—75° B. verdichtet ist, und von der man 4 kg auf 1 kg Papier anwendet. Nach der Behandlung in dieser Lösung wird das dem Papier anhaftende Chlorzink durch Waschen mit reinem Wasser entfernt und das Waschwasser so lange wiederholt verwendet, bis es die Dichte von 30—40° Bé. erlangt. Dann fügt man, um das Chlorzink wiederzugewinnen, genug kohlensaures Natron zu, um alles Zink als kohlensaures Zink auszufällen, sodass nur Chlornatrium in der Lösung bleibt. Das kohlensaure Zink kann man entweder verkaufen oder durch Behandlung mit Salzsäure wieder Chlorzink daraus herstellen. Die in solcher Weise vulkanisirten Fasern schwellen in Feuchtigkeit stark an und müssen durch 24—48 stündige Einwirkung eines Bades von concentrirter Salpetersäure oder einer Mischung von Schwefel- und Salpetersäure wasserdicht gemacht werden. Die Säure muss um so länger einwirken, je schwerer sie durch die Papiermasse dringt, also je dicker diese ist, und wird dann gründlich ausgewaschen.

2. Ebenso dicke Gegenstände wie aus vulkanisirter Faser liessen sich bisher durch Behandlung mit Schwefelsäure nicht herstellen, weil die einzelnen Lagen nur in dem Augenblick durch starken Druck, wie z. B. den eines Walzwerks, fest vereinigt werden können, wo sie an der Oberfläche pergamentirt werden. Da aber das Papier durch längeres Verweilen in der Säure karbonisirt und zerstört würde, so muss die Säure rasch ausgewaschen werden, und die Zeit, in welcher die pergamentirten Flächen zusammengeschweisst werden könnten, reicht dazu nicht aus. Wenn es auch gelänge, die Blätter rasch zu vereinigen, würde doch Säure genug zwischen ihnen bleiben, um die Masse zu zerstören.

Die zerstörende Wirkung der Schwefelsäure wird desshalb dadurch verlangsamt, dass man etwa 1 Gewichtstheil (?) Zink auf 32 Theile Säure zugiebt, diese davon soviel als möglich aufnehmen lässt und nach erfolgter Abkühlung etwa 1 Gewichtstheil Dextrin zu 4 Gewichtstheilen der Lösung fügt. In solchem Bad wird das Papier nicht sofort von der Säure zerstört und behält lange seine Klebfähigkeit nachdem es herausgenommen ist, bietet also genug Zeit zur Vereinigung der Lagen. Der so behandelte Stoff wird durch ein Bad von Kochsalz geführt, worin die Schwefelsäure mit dem Natron des Kochsalzes schwefelsaures Natron bildet, während sich die frei gewordene Salzsäure mit dem vorhandenen Zink zu Chlorzink verbindet. Beide Salze sind löslich und werden in reinem Wasser ausgewaschen.

Alle Pflanzenfasern und Papier oder Gewebe daraus lassen sich, in dieser Weise behandelt, zusammenwalzen.

Zur Herstellung besonders dicker Erzeugnisse vereinigt man mehrere zusammengewalzte Massen, indem man die beschriebene Pergamentir-Flüssigkeit auf die zu verbindenden Flächen streicht, diese dadurch vereinigt und dann auswäscht. Durch Zufügen von etwas salpetersaurem Kali sollen die Erzeugnisse wasserdicht werden.

Die Patentschrift giebt nur die Grundzüge des Verfahrens, welches in mehreren amerikanischen Fabriken seit Jahren ausgeführt wird. Deren Erzeugnisse sind von mannigfaltigster Art, weich bis steinhart, und dienen zum Ersatz von

Leder, Gummi, Hartgummi, Holz und Metall. Zu den wichtigsten gehören die Unterlagscheiben für Schraubenmuttern und dergl., welche bei Schienenverbindungen amerikanischer Eisenbahnen in grossen Mengen Verwendung finden. Andere dienen als Riemen, Schläuche, Möbeltheile, Hausgeräthe, als Zapfenlager bei Maschinen, z. B. für die Registerwalzen von Langsieben u. s. w.

**614. Gelöster Zellstoff, Viscose.** Die auf Seite 1057 beschriebene Lösung von Zellstoff in Kupferoxyd-Ammoniak wurde gewerblich in der Weise verwerthet, dass man auf der Oberfläche von Papier eine solche Lösung herstellte und den Zellstoff in Form einer Haut wieder ausfällte, die dann einen schützenden Ueberzug bildete.

Die Chemiker Cross, Bevan und Beadle in London fanden 1893 ein neues Verfahren der Umwandlung von Zellstoff, welches zu vielseitiger Verwendung geeignet erscheint.

Irgend ein Zellstoff wird mit bestimmter Menge Aetznatron behandelt, und der auf solche Weise erhaltene wie kleine Papierkügelchen aussehende Stoff in Schwefelkohlenstoff gelöst. Es entsteht eine halbflüssige Masse von grosser Klebfähigkeit, die sich beliebig verdünnen und verdichten lässt, und aus der sich sehr veränderter Zellstoff infolge Verdunstens und Auswaschens des Schwefelkohlenstoffs und Natrons abscheidet, den die Erfinder »Viscose« nennen. Aus verdünnten Lösungen bleiben die feinsten Ueberzüge oder Häutchen zurück, und man kann z. B. Papier oder Gewebe durch Eintauchen in solche Lösung wasserdichten Ueberzug verleihen. Andere wie Leder oder Hartgummi erscheinende Erzeugnisse erhält man in ähnlicher Weise aus dichten Lösungen, die mit Farben verschiedener Art versetzt sein können.

Der Chemiker A. D. Little in Boston, welcher die beschriebene Lösung als Zellstoff-Thiokarbonat bezeichnet, veröffentlichte im Journal des Franklin-Instituts von Philadelphia die Ergebnisse seiner damit angestellten Versuche. Hiernach soll das Thiokarbonat ein ebenso gutes Bindemittel wie der beste Tischlerleim sein, sich viel billiger stellen und sich auch in sehr feuchter Luft kaum verändern. Zwei Stücke Holz, welche damit zusammengeleimt wurden, brauchten zur Trennung einen Kraftaufwand von über 500 engl. Pfund auf den Quadratzoll. Als Appreturmittel verwendet, lässt sich durch Thiokarbonat Stärke, Kaolin usw. innig mit den Geweben vereinigen. Auf diese Weise behandelte Gewebe werden im Wasser weich und lassen sich mit Leichtigkeit waschen, erhalten jedoch beim Trocknen ihre ursprüngliche Steife wieder. Die Verbindung dürfte daher zur Herstellung von Kragen, Stulpen, Vorhemdchen und dergl. Verwendung finden.

In der Papierfabrikation soll sich Zellstoff-Thiokarbonat anstelle von Harzleim verwenden lassen, da sich aus einer sehr verdünnten Lösung durch Alaun unlöslicher Zellstoff auf die Faser niederschlagen lässt. Wenn es auf Glasplatten gegossen und durch Erhitzen und nachheriges Waschen in reinen Zellstoff umgesetzt wird, erhält man glänzende Häutchen, welche sich sehr leicht färben und zu vielen Zwecken in der Buchbinderei und andern Gewerben verwenden lassen.

Zellstoff-Blöcke, welche durch Erstarren und freiwillige Zersetzung des Thiokarbonats erhalten werden, sehen aus wie Ebonit und lassen sich drechseln. Ihr spezifisches Gewicht ist 1,53.

**615. Celluloid.** Dünnes Baumwollpapier lässt sich durch Tränken mit einer Mischung aus 5 Theilen Schwefelsäure und 2 Theilen Salpetersäure in Schiessbaumwolle verwandeln, die bekanntlich sehr explosiv ist und sich in Schwefeläther löst. Aus der Aether-Lösung, dem Collodium, bleibt ein dünnes durchsichtiges Häutchen zurück, wenn man sie ausgiesst und den Aether verdunsten lässt.

Der Engländer Alexander Parkes fand 1855, dass sich Schiessbaumwolle in Mischung mit festem Kampfer bei grosser Hitze in eine gleichförmige, leicht formbare Masse, das Celluloid verwandelt. Er gab jedoch die Fabrikation 1867 wieder auf, und der Engländer Daniel Spill versuchte sich 1869 daran ohne Erfolg. Erst 1877 gelang es den Amerikanern Brüder Hyatt, damals in Albany, New York, ein brauchbares Verfahren zur Herstellung in grösserem Umfang zu finden, welches seitdem in deren Fabrik zu Newark, New Jersey, und anderwärts ausgeübt wird.

Ungeleimtes dünnes Papier von der zu Pergament dienenden Art wird einem feinen Regen von Schwefel-Salpetersäure der eingangs erwähnten Mischung ausgesetzt und dadurch schon gelblich, durchscheinend und knetbar. Dann lässt man es in einen mit derselben Säure gefüllten Trog gehen und befreit es durch Anspressen vom Ueberschuss und durch Waschen mit viel Wasser von der letzten Spur Säure. Das in Schiessbaumwolle verwandelte Papier wird dann zu Stoff zermahlen, wieder entwässert, mit Kampher in Menge von 20—50 pCt. des trockenen Eigengewichts vermengt und mit diesem auf Kollergängen zerkleinert. Dann giebt man die erforderliche Farbe in Pulverform zu und lässt ein zweites Mischen und Zermahlen folgen. Diese fein zertheilte Masse breitet man in dünnen Lagen auf Platten aus und unterwirft 20—25 derselben mit Zwischenlagen aus dickem Löschpapier in einer hydraulischen Presse einem Druck von 140 Atmosphären, bis alle Spuren von Feuchtigkeit entfernt sind. Die so erhaltenen Blätter werden zerkleinert, 24 Stunden in Alkohol eingeweicht und durch Walzen geführt, die auf 80—85 ° C. erhitzt sind und aus denen Celluloid in Form blonder, hornartiger, elastischer Blätter hervorgeht.

Die chemische Umwandlung, welche Zellstoff bei Herstellung von Celluloid erfährt, ist noch unbekannt, doch kann man annehmen, dass hier wie bei der Herstellung von Pergamentpapier eine Umwandlung von Zellstoff in Hydrozellstoff (vergl. Seite 179—183) eintritt, die mit Nitrirung gepaart ist. Bei Erhitzen wird es formbar und bei Temperaturen von etwa 125° C. so plastisch, dass man es in jede gewünschte Form pressen kann; bei etwa 140 ° C. verliert es seine Durchsichtigkeit und bei noch stärkerer Erhitzung zerfällt es und geht in Rauch auf. Es ist wohl durch Zusätze usw. gelungen, die vom Grundstoff, der Schiessbaumwolle, herrührende leichte Entzündbarkeit der Celluloid-Erzeugnisse zu mindern, doch brennen dieselben immer noch sehr leicht und rasch und erfordern nach dieser Richtung besondere Vorsicht.

Die Verwendung hat schon grossen Umfang erreicht, besonders zum Ersatz von Horn-, Elfenbein- und Hartgummi-Fabrikaten, wie Bürsten, Kämme, Wäsche, Messerhefte, Schirmgriffe, Pianotasten, Billardbälle, Schilder, Möbelfourniere, Druck-Stereotypen, Adresskarten. Nachbildungen von Bernstein, Schildpatt, Korallen und anderer Schmucksteine gehörten zu den frühesten Erzeugnissen.

**616. Zellstoffseide.** Dem Grafen von Chardonnet in Paris gelang es 1884, aus Zellstoff seidenähnliche verspinnbare Fäden herzustellen. Er ging von der Annahme aus, dass man den festen Zusammenhang des Fadens, das Spiel des Lichts im Innern und den Seidenglanz nur durch Gewinnen der Fäden aus einer Lösung von Zellstoff erhalten könne. Er verwandelte Zellstoff durch Behandlung mit Salpeter-Schwefelsäure in Nitrocellulose oder Schiessbaumwolle und löste 6·5 Theile davon in 100 Theilen einer Mischung von 38 Theilen Aether und 42 Theilen Alkohol. Diese Lösung presste er unter Druck durch Glasröhrchen oder Glasplatten mit sehr engen Oeffnungen und härtete die beim Heraustreten entstehenden Fäden durch Trocknung in endloser Bahn. Ein späteres, von Lehner angegebenes Verfahren bewirkt das Ausscheiden der Zellstoff - Seide oder die Härtung durch Fällung mit Wasser. Die getrockneten Fäden sind seidenglänzend, jedoch sehr explosiv, und diese letztere Eigenschaft muss ihnen durch Denitrirung genommen werden. Wasser, verdünnte Salpetersäure und einige reduzirende Körper haben die Eigenschaft, dem nitrirten Zellstoff, also der Schiessbaumwolle, die darin enthaltenen $NO_2$ (Nitro-) Gruppen zu entziehen. Je vollkommener die Denitrirung ist, umsomehr schwindet die Explosionsgefahr bei der Verwendung, und nach einer Untersuchung von Cross und Bevan kann man die seit 1896 im Handel vorkommende Zellstoffseide als nahezu frei von Nitro-Verbindungen und daher als ungefährlich ansehen.

Die in Nrn. 50 und 51 der Papier-Zeitung von 1895 veröffentlichte preisgekrönte Untersuchung von Oskar Schlesinger in Dresden kommt bezüglich der Eigenschaften der Zellstoffseide zu folgenden Ergebnissen:

Im Glanze steht die künstliche Seide der Kokonseide nicht im Geringsten nach und fühlt sich ebenso weich und glatt an wie diese. Sie ist ebenfalls hygroskopisch, und zwar nahezu in gleichem Grade, wie natürliche Seide. Ihre Reisslänge ist nur halb so gross, wie die der Naturseide, und ihre Bruchdehnung beträgt 75 pCt. derjenigen der Naturseide. Auch ihre Elastizität ist bedeutend geringer.

Auf der Pariser Weltausstellung 1889 führte Graf Chardonnet die Kunstseide und deren Fabrikation vor, und seitdem entstanden mehrere Fabriken zur Erzeugung dieses Stoffes aus reiner Baumwolle und Sulfitstoff. Die Fabrik in Près de Vaux bei Besançon arbeitet nach Chardonnet's Verfahren (D. R. P. 38 368 und 56 331), die in Lyon nach dem Verfahren von Dr. Vivier (D. R. P. 52 977.) und die in Zürich nach dem Verfahren von Dr. Lehner (D. R. P. 55 949 und 58 508) Ob diese Fabriken erfolgreich sind, ist nicht bekannt geworden.

# SECHSTES KAPITEL.

## ALLGEMEINES.

## THEIL I.

### WASCH- ODER FABRIKATIONS-WASSER.

---

**617. Bedeutung.** Das Wasser, welches mit den zur Papierfabrikation dienenden Rohstoffen in Berührung kommt und bei ihrer Verarbeitung mitwirkt, wird zum Unterschied von dem Wasser, welches nur Triebkraft liefert, *Wasch- oder Fabrikations-Wasser* genannt.

Um von seiner Wichtigkeit ein Bild zu erhalten, brauchen wir nur die Menge zu berechnen, welche zum Waschen von etwa 200 bis 225 kg Lumpen im Holländer nöthig ist. Wenn ein solcher Holländer z. B. $4^1/_2$ m lang, $2^1/_4$ m breit und etwa 60 cm tief ist, findet man, mit Berücksichtigung der runden Enden, des Sattels u.s.w., dass er mindestens 4 cbm, d. i. 4000 l oder 4000 kg — etwa das 20 fache Gewicht der Hadern — Wasser fasst. Wenn beim Waschen so viel Wasser zufliesst, dass der Holländer fünf Mal damit gefüllt werden könnte, kommen die Hadern mit 20 000 l Wasser, d. i. mit ihrem 100 fachen Gewicht, zusammen. Diese Menge wird noch bedeutend erhöht, vielleicht verdoppelt, wenn wir das Wasser zurechnen, welches beim Kochen, Bleichen und auf der Papiermaschine verbraucht wird. Jedes Kilo Hadern ist daher in Gefahr, mit den Verunreinigungen, welche sich in 200 kg Wasser befinden, in innige Berührung zu kommen.

Diese Verunreinigungen bestehen aus solchen, welche im Wasser schwimmen oder schweben und aus darin gelösten. Erstere sind nur *mechanisch* mit dem Wasser vermischt und lassen sich durch Filtriren und Fällungsmittel abscheiden, während letztere gewöhnlich ganz unsichtbar bleiben und zur Unterscheidung als *chemische* Verunreinigungen gelten können.

**618. Gemauerte Sand- und Kies-Filter.** Flüsse und Bäche, welche nicht in Felsen gebettet sind, sondern durch weichen Boden fliessen, bleiben in vielen Fällen hell und klar, so lange das Erdreich nicht durch äussere Einflüsse in seiner Ruhe gestört wird. Sobald aber Regen fällt, nimmt er von den unendlich feinen Theilchen, welche den Boden zusammensetzen, je nach der Gewalt der durch ihn gebildeten kleinen Ströme mehr oder weniger mechanisch mit und führt sie in den Bach oder in einen seiner Nebenflüsse. Da diese kleinen Theilchen sichtbare und meistens farbige Körper sind, ertheilen sie dem Bachwasser trübes, schmutziges Aussehen, setzen sich aber vermöge ihrer Schwere wieder ab, wenn ihnen genügende Zeit dazu gelassen wird. Für die Wasserversorgung einer Fabrik durch einen solchen, nur zeitweilig verunreinigten Bach genügt die Anlage eines grossen Sammelbehälters oder künstlichen Sees, den man so lange von dem Bache aus speist, als dessen Wasser klar ist, den man aber absperrt, sobald sich das fliessende Wasser trübt.

Es ist jedoch nicht immer möglich, sich der mechanischen Verunreinigungen durch Absitzenlassen zu entledigen. Manchmal sind sie von solcher Art und Vertheilung, dass sie sich nur schwer ablagern und ungeheure Sammelbehälter in Anspruch nehmen würden, vielfach hat man auch nicht den zur Anlage solcher Behälter nöthigen Raum, und in allen derartigen Fällen muss man seine Zuflucht zur künstlichen Absonderung der mechanischen Verunreinigungen durch Filtriren nehmen.

Das beste Reinigungsmittel für Wasser ist thierische Kohle, da sie ihm nicht nur die mechanischen Beimischungen, sondern auch einen Theil der aufgelösten festen Bestandtheile und Gase entzieht. Sie verliert jedoch schon nach verhältnissmässig kurzem Gebrauch ihre filtrirenden Eigenschaften, bedarf häufiger Erneuung und wird dadurch zur Reinigung grosser Wassermengen zu kostspielig. Man muss sich desshalb mit der Entfernung der mechanischen Verunreinigungen durch zweckmässig angelegte Kiesfilter begnügen.

Bei der Wasserversorgung von Glasgow und mehrerer anderer schottischer Städte, sowie auch einiger Papierfabriken, wird eine Einrichtung angewandt, welche sich sehr gut bewährt. Sie besteht aus 4 terrassenförmig übereinander liegenden Behältern, deren höchster nur zum Sammeln des Wassers und zur Ablagerung der gröbsten Verunreinigungen dient. Der folgende Behälter enthält ein aus eigrossen Kiesstücken bestehendes Filtrirbeet, der dritte eines aus erbsengrossem Kies, und der vierte ist mit Sand gefüllt. Das Wasser fliesst der Reihe nach, von oben nach

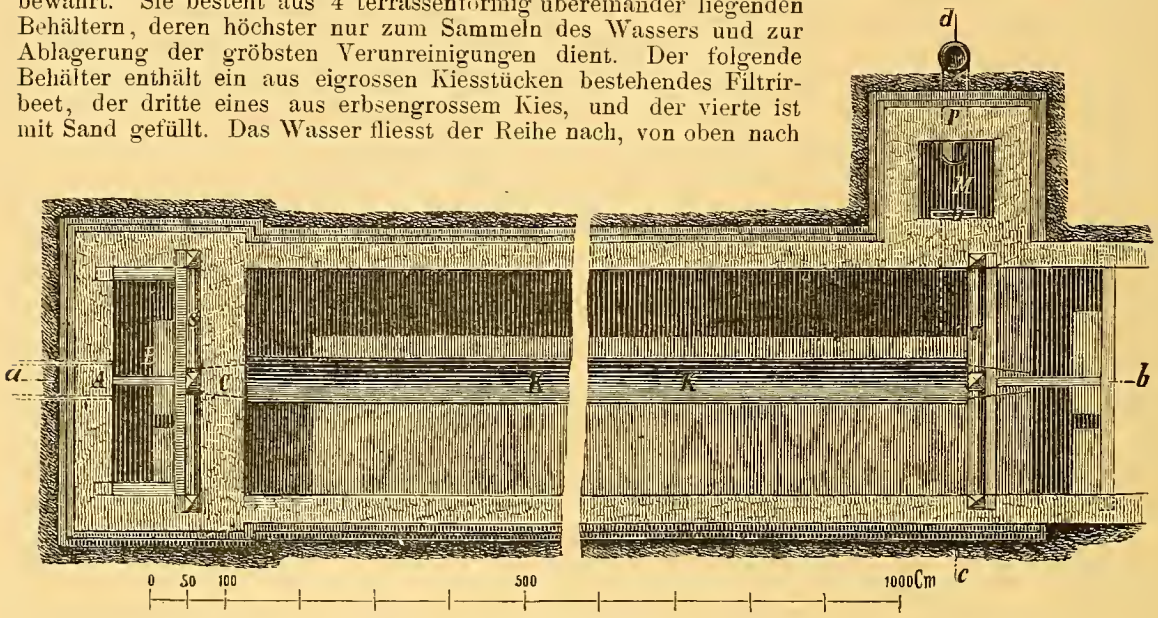



Fig. 1698.

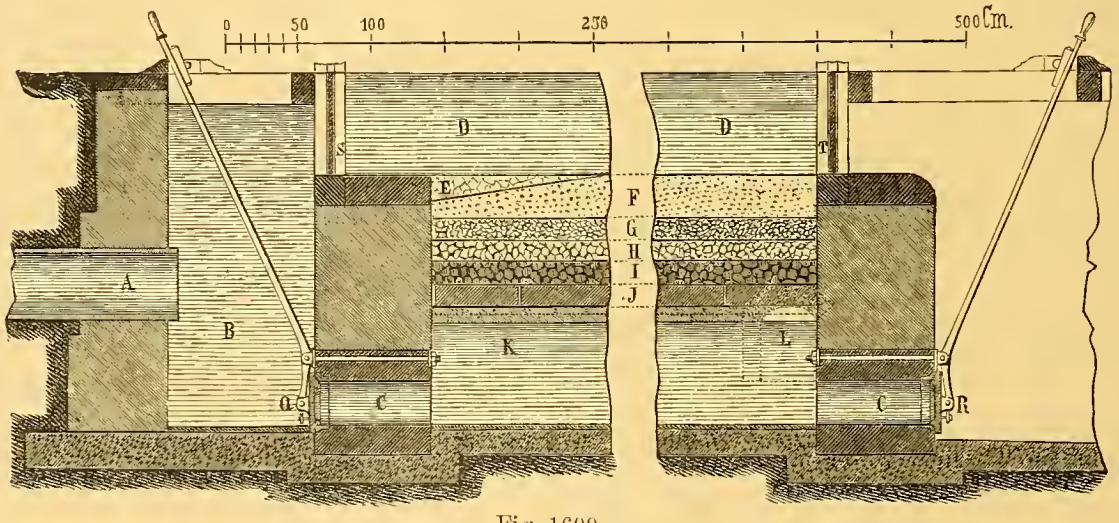



Fig. 1699.

unten, durch die drei Filter, indem es auf dem ersten die groben, auf den folgenden die feineren Verunreinigungen zurücklässt, und kommt geklärt in einem unteren Sammler an.

In den 9 Londoner Wasserwerken geht das Wasser nur durch ein einziges Filter, welches in mehreren derselben folgendermaassen zusammengesetzt ist: Zu unterst liegt 1 Fuss hoch sehr grober, mindestens faustgrosser Kies, darüber kommt eine 9 Zoll dicke Schicht groben gesiebten Kieses, dann 9 Zoll etwas feineren Kieses, ein Zoll feinen Gartenkieses, und die Ober-

fläche bilden 2 Zoll scharfen gewaschenen Flusssandes. In einigen anderen dieser Wasserwerke ist zwischen den Kies- und Sandschichten eine Lage Austerschalen eingeschaltet und das ganze Beet etwa 6 Fuss hoch genommen. Alle solche Filtrirbeete erfordern nach mehrmonatlichem Gebrauch eine Reinigung, welche durch Waschen oder Erneuen der obersten Sandschicht ausgeführt wird. Damit man während der Reinigung weiter arbeiten kann, müssen mehrere Filter vorhanden sein, welche abwechselnd in Gebrauch genommen werden.

Herr Gabriel Planche hat ein Filter für Papierfabriken angeordnet, dessen Reinigung so rasch bewerkstelligt werden kann, dass sie den Betrieb nicht unterbricht und dadurch die Anlage eines zweiten Filters überflüssig macht. Die s. Z. patentirte Einrichtung ist in mehreren der besten und bedeutendsten französischen Papierfabriken seit vielen Jahren zur vollen Zufriedenheit der Besitzer in Betrieb und scheint mit dem geringsten Aufwand von Anlagekosten und Raum die bestmögliche Reinigung des Fabrikationswassers zu bewirken. Folgende Zeichnungen und Beschreibung sind der von Herrn Planche 1866 veröffentlichten Schrift *Filtre pour de Grands Volumes d'Eau* sowie einem Briefwechsel mit dem Erfinder entnommen.

Fig. 1698 ist ein durchbrochener Grundriss des Filters in 1 : 100 der wahren Grösse, worin das Kiesbeet sowie seine Tragplatten *J* herausgedacht sind. Fig. 1699 ist ein Aufrissschnitt durch *a-b* des Grundrisses, Fig. 1700 ein Aufrissschnitt durch *c-d* des Grundrisses, Fig. 1701 zeigt Grund- und Aufriss der zum Reinigen des Filters dienenden Egge. Darin bedeuten:

*A* Zuleitungsrohr für das zu filtrirende Wasser.
*B* Sammelbehälter für das zu filtrirende Wasser.
*C* Aufnahmsrinne für das filtrirte Wasser, mit nach aussen hin enger werdenden Zu- und Abflussröhren, welche behufs der Reinigung des Filters mit Klappen verschluss versehen sind.
*D* Der Raum, welchen das zu filtrirende Wasser über dem Kiesbeet einnimmt, und dessen schmale Seiten geöffnet werden können.
*E* Kiesel, welche zum Schutze des Filtrirsands am Eingange liegen und gross genug sind, um den Anstoss des frisch einfliessenden Wassers ohne Veränderung ihrer Lage auszuhalten.
*F* Filtrirsand.
*G* Feiner Kies, welcher den Sand verhindert, in die unteren Schichten einzudringen.
*H* Gröberer Kies.
*I* Grosse Kiesel.
*J* Rohe unverbundene Platten, welche das Kieselbeet tragen und das filtrirte Wasser durchfliessen lassen sollen.
*K* Aufnahmsraum für das filtrirte Wasser, dessen unteren Theil die Rinne *C* bildet.
*L* Seitenkanal, welcher das filtrirte Wasser in den Sammelbehälter führt.
*M* Sammelbehälter für filtrirtes Wasser.

Fig. 1701.

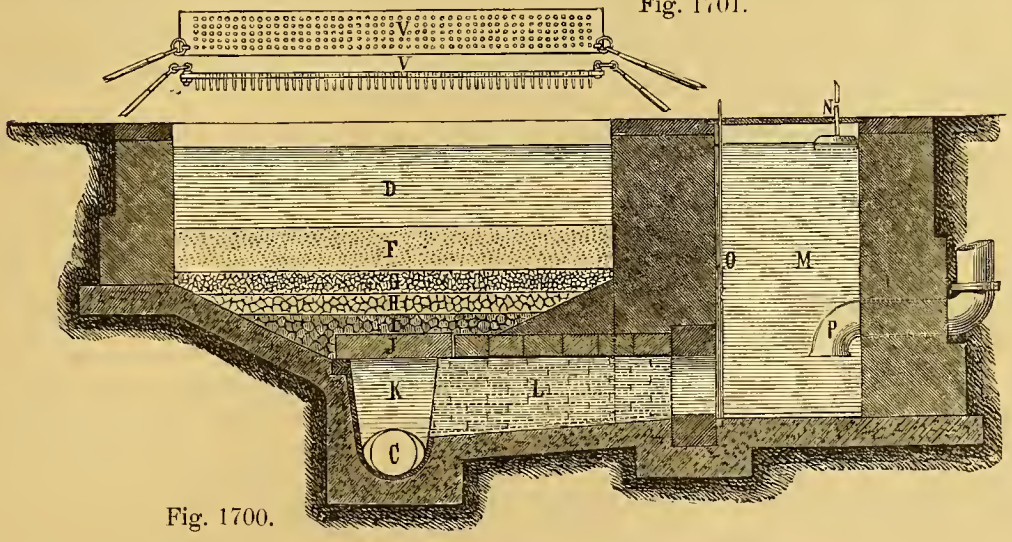



Fig. 1700.

*N* Schwimmer, welcher den Wasserstand in *M* anzeigt.
*O* Schütze, welche den Sammelbehälter *M* während der Reinigung des Filters abschliesst.
*P* Saugrohr der Pumpe (Fig. 1698).
*Q* und *R* Klappen, welche die Ein- und Austrittsöffnungen der Rinne *C* verschliessen.
*S* Schütze, durch welche das zu filtrirende Wasser eintritt.
*T* Schütze, durch welche das Wasser bei der Reinigung abgelassen werden kann.
*V* Reinigungsegge, welche aus einer mit eingeschlagenen Nägeln besetzten Bohle besteht (Fig. 1701).

Um das Filter in Gang zu setzen, lässt man durch *A* Wasser nach *B* fliessen, wo sich schon ein Theil der schwersten Verunreinigungen absetzt. Durch die jetzt geöffnete Schütze *S* verbreitet sich das Wasser über dem Kiesbeet, dringt durch die Schichten *F G H I* und gelangt gereinigt in den Sammelbehälter *M*, indess die Verunreinigungen auf der Oberfläche der Sandschicht *F* zurückbleiben. Das Filter muss gereinigt werden, sobald der Schwimmer *N* sinkt und dadurch anzeigt, dass die auf dem Filter abgelagerte Schmutzschicht zu stark geworden ist, um die zum Speisen der Pumpe nöthige Wassermenge durchzulassen.

Zu diesem Zwecke schliesst man zuerst die Schütze *O*, öffnet die Klappen *Q* und *R* und stellt dadurch eine Strömung in der Richtung von *Q* nach R her, welche in etwa einer Minute die in *B* sowohl wie in der Rinne *C* abgelagerten Verunreinigungen fortspült. Sobald bei *R* reines Wasser ausfliesst, schliesst man die Klappe R sowie die Schütze *S* und öffnet die Schütze *T*. Das durch *Q* eintretende Wasser fliesst dann unter dem Druck der Wassersäule in *B* von unten nach oben durch das Kiesbeet, löst und hebt die auf dem Sand abgelagerte Schmutzschicht und führt einen Theil derselben bei seinem Abfluss durch *T* mit fort. Um die Reinigung zu vervollständigen, schliesst man die Klappe *Q* und öffnet die Schütze *S*, sodass kein Wasser mehr durch das Filter, sondern nur von *S* nach *T* über seine Oberfläche wegfliesst. Wenn man jetzt die Egge *V* in derselben Richtung wie die Strömung, von *S* nach *T* quer über das Filter hinschleift, werden sämmtliche Verunreinigungen in wenigen Minuten entfernt. Nach vollendeter Reinigung schliesst man die Schütze *T*, öffnet die Schütze *O* und setzt das Filter damit wieder in Gang.

Durch die Anwendung der Egge *V* wird es unnöthig, dass irgendwo jemand das Kiesbeet zum Zweck der Reinigung betritt und dadurch einen Druck auf dasselbe übt, welcher seine Filtrirfähigkeit beeinträchtigen würde. Auch ermöglicht sie eine vollkommene Reinigung in so kurzer Zeit, dass ein kleiner Vorrath von filtrirtem Wasser zur Speisung der Fabrik während derselben genügt.

Da das Filter zur Reinigung grosser Wassermengen bestimmt ist, sollte es dauerhaft und in solcher Weise gebaut sein, dass es leicht rein gehalten werden kann und dass sich nirgends Gelegenheit zum Durchsickern und zum Verlust von Wasser bietet. Cement-Mauerwerk und Beton sind hierzu am geeignetsten, doch liessen sich aus Sparsamkeitsrücksichten die Mauern auch durch Erddämme mit starker Böschung und der Beton durch fette Erdmasse ersetzen.

Falls die Herstellung eines Filters nach den in der Zeichnung angegebenen Höhenmassen nicht thunlich ist, kann man die Höhen des Wasserbehälters *D*, der Sand- und Kiesschichten *F G H I*, des Aufnahmsraums *K*, sowie der Rinne *C* entsprechend vermindern und die Platten *J* aus Gusseisen anstatt aus Stein nehmen. Ein Meter Fall genügt schon zur Anlage eines solchen Filters, mit 2 Meter Fall wird es jedoch von besserer Wirkung sein.

Da das Wasser um so besser gereinigt wird, je feiner der Filtrirsand ist, so nimmt man dessen Korn, in den Grenzen von 1 bis 5 mm, so klein, als es zum Durchlassen der erforderlichen Wassermenge angeht und zwar um so kleiner, je reiner das zu filtrirende Wasser und je grösser das Filter ist.

Will man das Wasser bei seinem Eintritt in den Vorrathsbehälter der Fabrik durch ein Metalltuch gehen lassen, so lege man dasselbe (nach *Planche*) nicht in das Wasser, wo es sich bald versetzt, sondern befestige es, schief gestellt, über dem Wasser. Als Unterlage diene dem Metalltuch ein hölzerner Rahmen mit seinen etwa 5 cm auseinanderstehenden Querrippen. Das Gewebe nehme man um so feiner, je grösser seine Oberfläche und je reiner das Wasser ist. Das am höchsten Theile zugeleitete Wasser fliesst über und durch das Sieb in den Behälter.

Soll das Wasser durch einen Filz filtrirt werden, so befestige man runde Stäbe in Abständen von etwa 30 cm quer über den Behälter und lege den Filz in solcher Weise auf dieselben, dass er zwischen je 2 Stäben Taschen von 40 cm Tiefe bildet. Das Wasser muss im Behälter so niedrig gehalten werden, dass die Taschen nicht hinein tauchen. Damit das Wasser gut durchgeht und seine Verunreinigungen zurücklässt, sollte der Filz offen gewebt und langhaarig sein. Der Filz bietet durch die Taschen eine grössere Oberfläche als der Behälter, er ist in der angegebenen Weise nur lose aufgelegt, damit man ihn leicht wegnehmen, reinigen und durch einen anderen ersetzen kann. In einigen der besten französischen Fabriken läuft jeder besondere Strom des schon sehr reinen Wassers kurz vor seiner Verwendung noch durch einen oder mehrere solcher Filzfilter. Planche zieht sie den an die Holländerhähne gebundenen Filzsäcken vor, weil letztere bei der Arbeit im Wege sind und weil sie den Eintritt des Wassers von oben bedingen, während er vorzieht, es von unten in den Trog treten zu lassen.

Vorstehende Angaben sind der ersten Ausgabe d. Buches entnommen und sollen durch folgende ergänzt werden.

Ein einfaches Filter mit Wasser-Durchgang von oben nach unten ist auf Seite 1400 beschrieben.

Viele Papierfabriken, die ihr Betriebswasser Flüssen und Bächen entnehmen, welche gleichzeitig Wasserkraft liefern und mindestens mehrere Meter Gefälle haben, benutzen das in Fig. 1702 in senkrechtem Längsschnitt dargestellte Kiesfilter. Zwischen Obergraben und Fluss der Enge'schen Holzschleife in Petersdorf bei Hirschberg in Schlesien, an der Stelle, wo das die Turbinen speisende eiserne Rohr vom Obergraben ausgeht, ist eine 30 m lange, 2,5 m breite und 2,5 m tiefe Filtergrube in Mauerwerk hergestellt. Das aus dem Obergraben kommende Wasser fliesst in einen Vorraum *A*, der durch die auf eisernem Träger stehende Querwand *a* von Filter *B* getrennt ist. Da der Raum *A* sehr grossen Querschnitt hat, so fliesst das Wasser hier und in dem anschliessenden Raum *D* so langsam, dass sich die schweren Verunreinigungen leicht absetzen, sodass keine

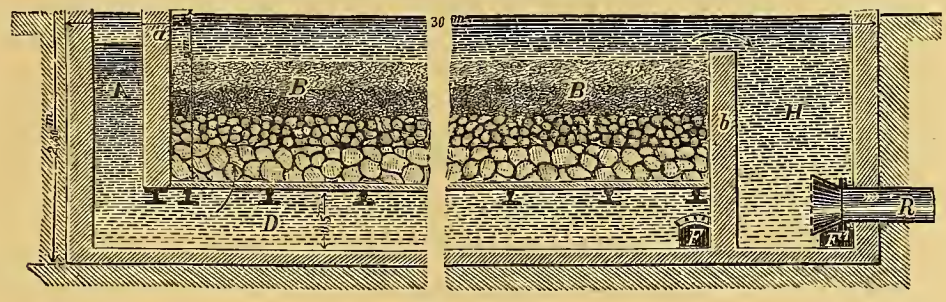



Fig. 1702.

zu rasche Verschlammung des Filters eintritt. Dieses besteht aus vier Schichten, einer untersten aus groben Steinen, einer darauffliegenden aus Koksstücken, der dritten aus Kies und der obersten aus Flusssand. Es ruht auf einem Lattenboden, der von eisernen in die Längswände vermauerten Eisenbahnschienen getragen wird. Das Wasser steigt aus *D* durch immer feinere Schichten des Filters *B*, fliesst über die Mauer *b* und durch das eingemauerte Rohr *R* in die Leitung zur Fabrik.

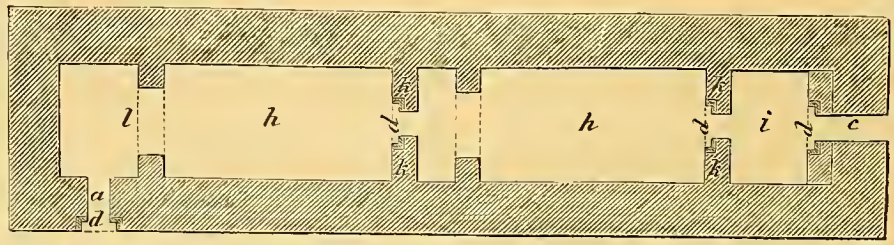
Zur Reinigung des Schlammsammlers dient der rechts in der Ecke befindliche, nach dem Fluss gerichtete Auslasskanal *F*. Auch der zweite Raum *H*, rechts hiervon, kann durch einen besonderen Abfluss $F^1$ entleert werden. Die Reinigung des Filters erfolgt dadurch, dass man eine zeitlang Wasser aus dem Obergraben in umgekehrter Richtung, d. h. von oben, durch die Schichten gehen lässt, welches die abgesetzten Theilchen daraus abschwemmt. Nach bisherigen Erfahrungen genügt es zur Reinhaltung des Filtrirwassers und des gemauerten Kastens, dass man alle drei Wochen den gewöhnlichen Wassereinlauf verschliesst, das Wasser des Obergrabens direkt auf die oberste Sandschicht leitet und unten in den Fluss laufen lässt. Eine Erneuung der Filtrirmassen erscheint in absehbarer Zeit nicht nöthig.

Die filtrirte Wassermenge beträgt $1^1/_2$ Kubikmeter in der Minute. Die ganze Anlage ist, wie schon aus der Abbildung hervorgeht, mit einfachen Mitteln ausgeführt, jedoch muss Alles mit grosser Sorgfalt hergestellt, z. B. das Mauerwerk gut in Cement gemauert sein und keinerlei Risse haben, welche die beste Filtration wieder zu Schanden machen könnten.

Eine Einrichtung, bei welcher die verschiedenartigen Filtrirstoffe nicht wie vorstehend aufeinander gelagert, sondern in verschiedene Behälter gebracht sind, welche das Wasser der Reihe nach durchströmt, ist in 1 : 100 der wahren Grösse in Figg. 1703 und 1704 in Grundriss und Aufriss-Längsschnitt dargestellt.

Die Sohle *b* der Filtergrube liegt 1 bis 3 m tiefer als die Sohle des Obergrabens, aus dem das Wasser bei *a* eintritt. Von hier soll es in der Richtung der Pfeile durch zwei oder mehr in Gruben *h* befindliche Kies- oder Sandfüllungen *p* gehen und sich in *i* sammeln, von wo die Wasserpumpe es absaugt. Schieber *l*, der mit Sieb Nr. 3 bis 6 beschlagen und zwischen *a* und *b* eingeschaltet ist, hält die gröbsten Verunreinigungen, wie Holzstückchen, Laub u. dergl. zurück.

Fig. 1703.



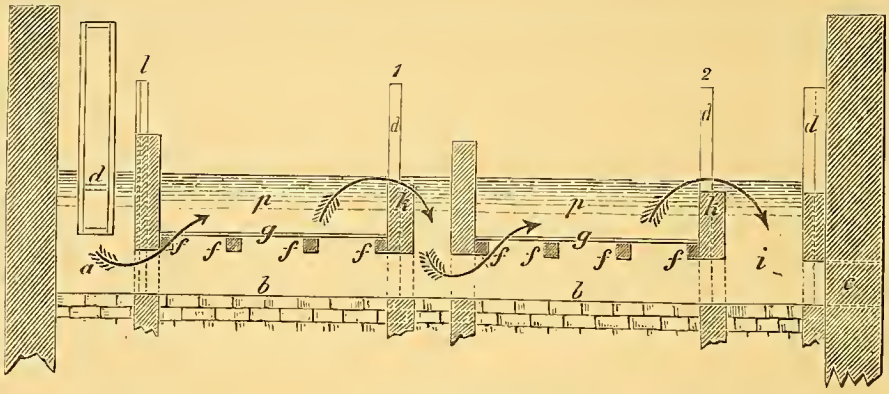




Fig. 1704.

Der Kies oder Sand *p* liegt, damit er nicht durchfallen kann, auf einer 10 bis 15 cm starken Schicht Steine, die von einem auf Balken oder Schienen *f* ruhenden Lattenboden getragen wird. Schützen *d* dienen zum Absperren und Stauen des Wassers, die mit 1 und 2 bezeichneten müssen z. B. herabgelassen sein, wenn das Wasser den durch Pfeile angezeigten Weg zurücklegen soll. Die Schützen bewegen sich in hölzernen in die Mauer *k* gesetzten Rahmen, welche etwaigen Nebendurchgang von Wasser verhindern. Die Zahl der Kammern *h* und deren Füllung richtet sich nach der Menge und Reinheit des erforderlichen Wassers. Bei grossen Anlagen mit vielen Kammern werden die ersten mit faustgrossen, die folgenden mit immer kleineren Steinen oder Kies und die letzten mit feinem Sand gefüllt. Braucht man mehr als 3, z. B. 8 solcher Kammern, so ordnet man sie am besten in mehreren Reihen nebeneinander an, wie es in einer österreichischen Papierfabrik geschehen ist.

Um zu reinigen, schliesst man die Einlass-Schütze $d$ im Zulauf $a$, befreit die Siebe $l$ von allem Anhängsel, setzt sie wieder ein und öffnet den Abzugskanal $c$ durch Hochziehen der zugehörigen Schütze $d$. Schieber $l$ und Schütze $d^1$ werden dann so gestellt, dass das neu durch $a$ zufliessende Wasser von oben nach unten durch die erste Kammer gehen muss, wobei durch Umschaufeln der Kiesschicht $p$ die Ablösung von Schlamm und Schmutz unterstützt wird, welche unten abfliessen. In gleicher Weise verfährt man behufs Reinigung der zweiten und folgenden Kammern. Sind mehrere Reihen von Kammern vorhanden, so kann eine derselben gereinigt werden, während die anderen noch reines Wasser liefern.

Die Grösse der erforderlichen Filter hängt von der Menge und Reinheit des Wassers, der Druckhöhe oder des Gefälles, der Dicke der Kies- und Sandschichten sowie der Art des Kieses und Sandes und seiner Reinhaltung ab. Der Sand oder Kies jeder Schicht sollte möglichst gleichmässig sein, weil bei einer Mischung von Körnern verschiedener Grösse die kleinen sich in die zwischen den grossen bleibenden, zur Ablagerung von Schmutz erforderlichen Räume legen und diese verstopfen würden. Eine aus Körnern verschiedener Grösse bestehende Schicht gleicht einer Reihe von Sieben, dessen Oeffnungen ungleich und grösstentheils verstopft sind.

Civil-Ingenieur C. Kröber in Stuttgart hat die Bewegung des Wassers durch Sandschichten eingehend untersucht und die Ergebnisse in Nrn. 31 und 32 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1884 mitgetheilt. Einer Wiedergabe des Wesentlichen in Nr. 48 der Papier-Zeitung von 1884 sind folgende Angaben entnommen.

Die Versuche sind mit reinem Wasser und mit rein ausgewaschenem, mehr rundkörnigem als scharfkantigem Sand angestellt. Die erhaltenen Durchgangsmengen können daher in der Praxis nur im Anfang der Filtration erzielt werden.

Kröber stellte zu seinen Versuchen durch sorgfältiges Sortiren 6 Sandsorten her, ermittelte die Korngrösse jeder Sandsorte und fand:

| Sandsorte: | I | II | III | IV | V | VI |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Durchmesser der Sandkörner: | 0,54 mm | 0,70 mm | 0,90 mm | 1,35 mm | 2,10 mm | 3,80 mm. |

Die Korngrösse lässt sich leicht und rasch ermitteln, indem man die Sandkörner zählt, welche man in eine Bürette fallen lassen muss, um das darin befindliche Wasser um 1 cbcm steigen zu machen. Vor dem Ablesen muss der Sand durch Klopfen an die Glaswand zusammengerüttelt werden. Dann wurden die Räume zwischen den einzelnen Sandkörnchen bestimmt und für sämmtliche in der Grösse so verschiedenen Sorten gleich gross, nämlich zu $^{392}/_{1000}$ des Gesammtvolumens gefunden; in 1 cbm zusammengerüttelten Sand hat man also 0,392 cbm Zwischenräume.

Tabelle I.

| Sandsorte | | I | II | III | IV | V | VI |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Korngrösse $d$ in mm | | 0,54 | 0,70 | 0,90 | 1,35 | 2,10 | 3,80 |
| Länge $L$ des Wasserwegs durch den Sand in m | | 0,422 | 0,419 | 0,470 | 0,463 | 0,318 | 0,476 |
| | | Wassermenge $Q$ in Liter pro Secunde | | | | | |
| Druckhöhe $H$ in m bei einer Filterfläche von 1 qm. | 0,4 | 1,25 | 2,02 | 3,16 | 5,39 | 8,38 | 16,79 |
| | 0,5 | 1,54 | 2,50 | 3,95 | 6,54 | 10,05 | 19,57 |
| | 0,6 | 1,84 | 3,04 | 4,69 | 7,72 | 11,40 | 22,15 |
| | 0,8 | 2,44 | 4,00 | 6,17 | 9,86 | 13,89 | 27,21 |
| | 1,0 | 3,02 | 4,95 | 7,48 | 11,88 | — | 31,20 |
| | 1,2 | 3,63 | 5,97 | 8,89 | — | — | — |

Aus diesem Ergebniss lässt sich entnehmen, dass jeder Sandboden ziemlich genau dieselbe Wassermenge fasst, gleichviel, ob er aus feinem oder grobem Sand besteht, und wieviel Wasser man einem durchtränkten Sandboden durch Brunnen entziehen kann.

Die Versuche, die K. mit peinlichster Sorgfalt ausführte, sind in 3 Tabellen zusammengestellt. Vorstehende Tabelle I ermittelt die Wassermenge, welche das Filter liefert, wenn Korngrösse und Höhe der Sandschicht sich gleich bleiben, aber die Druckhöhe kleiner oder grösser genommen wird. Druckhöhe $H$ ist die Entfernung zwischen dem Oberwasserspiegel auf dem Filter und dem Oberwasserspiegel des abfliessenden Wassers wie in Fig. 1705 dargestellt. $L$ ist die Höhe der filtrirenden Sandschicht. In Tabelle I sind die Zahlen wiedergegeben, die sich auf Druckhöhen von 40 cm und darüber beziehen, da kleinere in Papierfabriken kaum vorkommen.

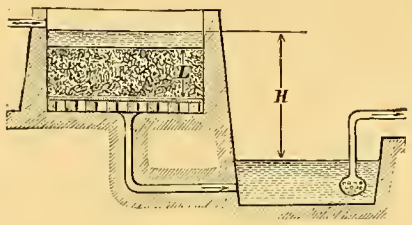


Fig. 1705.

Tabelle I zeigt, welch grossen Einfluss die Druckhöhe hat; ein Filter liefert mit ganz gleicher Sandhöhe und Sandsorte bei doppelter Druckhöhe beinahe die doppelte Menge Wasser. Dies Ergebniss ist höchst werthvoll für solche Fabriken, welche keinen grossen Platz für Filter zur Verfügung haben. Zu gutem Gang des Filters ist es nöthig, dass das aus demselben kommende Abflussrohr stets unter Wasser ausmündet, und diese Bedingung lässt sich auch leicht erfüllen. Selbstverständlich ist auch, dass ein Filter unter hohem Druck, wobei es die doppelte Menge reinen Wassers liefert, nur halb so lange ohne Reinigung arbeiten kann. Allerdings hat man dann auch nur eine etwa halb so grosse Menge Sand zu reinigen. Das Filtriren mit grosser Druckhöhe wird sich stets empfehlen, wo man Wasser mit grossem Gefälle zur Verfügung hat. Nur muss darauf Rücksicht genommen werden, dass das Wasser bei grösserer Druckhöhe die Filtrirschicht schneller durchfliessen und mehr Unreinigkeiten mit hindurchreissen wird, und dass deshalb die Sandschicht etwas höher genommen werden muss, als sie aus obigen Angaben folgt. Da Herr K. nur mit ganz reinem Sand und reinem Wasser operirte, so ist dies aus obigen Tabellenzahlen nicht ersichtlich.

Eine Fabrik, die täglich 10 000 kg feine Hadernpapiere anfertigt, braucht beispielsweise täglich ungefähr 10 000 cbm filtrirtes Wasser. Legt man nun, um grössere Druckhöhe herauszubekommen, den Behälter des reinen Wassers nur um 1 m tiefer als vorher, so hat man bei gut gehenden Pumpen täglich 2—2½ Pferdekräfte mehr aufzuwenden, um das reine Wasser in den oberen Vertheilungsbehälter zu befördern.

Die in folgender Tabelle II angeführten Versuche sind nur mit Sand Nr. IV (1,35 mm Durchmesser des Sandkorns) und bei gleicher Druckhöhe von 0,491 m, dagegen mit verschieden hoher Sandschicht ausgeführt. Wo die Druckhöhe von 0,491 m nicht genau eingehalten werden konnte, ist die Wassermenge auf diese Höhe reduzirt.

Tabelle II.

| Höhe der Sandschicht in m = L = | 0,127 | 0,178 | 0,233 | 0,286 | 0,333 | 0,374 | 0,410 | 0,468 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Wassermenge in Liter pro qm Filterfläche in je 1 Sekunde = Q = | 17,92 | 14,00 | 11,61 | 9,86 | 8,64 | 7,99 | 7,38 | 6,37 |

Die Zahlen zeigen, dass das gelieferte Wasser, wie zu erwarten, umgekehrt proportional ist der Höhe der Sandschicht, — jedoch nicht ganz genau, weil dickere Sandschichten etwas mehr Wasser liefern, als dem Verhältniss zwischen Höhe der Sandschicht und Wassermenge entspricht. Da für dies Ergebniss keine wissenschaftliche Erklärung zu finden ist, so darf man es als Folge eines Versuchs im Kleinen ansehen, der, wenn noch so sorgfältig ausgeführt, selten ganz der Praxis entspricht. Es liegt kein Grund vor, warum 2 Filter von je ½ m Sandhöhe, die unmittelbar übereinander liegen, nicht ebensoviel Wasser durchlassen sollten, wie ein einziges Filter von 1 m Sandhöhe, wenn noch dazu, wie dies bei obigen Versuchen geschehen ist, alle Reibung, die das Wasser im Filtrirapparat zu überwinden hat — mit alleiniger Ausnahme der Reibung des Wassers am Filtrirsand — berücksichtigt und von der Bruttodruckhöhe abgezogen worden ist.

Da der mit Sand gefüllte Versuchcylinder eine lichte Weite von nur 28,71 mm hatte, so ist zu erwarten, dass in den wenn auch nur ganz kleinen Räumen zwischen Glascylinder und Sand sich das Wasser schneller bewegt, als in der Mitte der Sandschicht, wo man voraussetzen darf, dass die Wasserfäden mehr gebrochene Wege zurücklegen. Es ist auch möglich, dass Glas und Wasser einen kleineren Reibungscoefficienten haben als Sand und Wasser.

Wir dürfen also annehmen, dass die Höhe der Sandschicht in genau umgekehrtem Verhältniss zur Wassermenge steht.

In folgender Tabelle III ist aus den Kröber'schen Versuchen mit 8 Sandsorten nur der für die Papierfabrikation wichtige Theil mit 7 Sandsorten und Schichten von 25—50 cm wiedergegeben. Bei dünnen Schichten von 4 und 5 cm zeigt sich schon unverhältnissmässige Wasserlieferung.

Tabelle III.

Ueber die Wasserlieferung $Q$ in Secunden = Liter auf das qm bei veränderlicher Schichthöhe $L$ und bei für jede Sorte gleichbleibendem Druck $H$.

| Sorte | | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Korndicke in mm = | d = | 0,57 | 0,90 | 1,46 | 1,98 | 2,53 | 3,42 | 4,56 |
| Druck in m = | H = | 1,00 | 0,65 | 0,50 | 0,55 | 0,33 | 0,42 | 0,10 |
| | | Wassermenge in Liter pro Secunde | | | | | | |
| Schichthöhe des Filters | L = 0,25 m | 6,36 | 9,22 | 14,07 | 23,61 | 19,40 | 29,89 | 14,60 |
| | 0,30 - | 5,37 | 8,04 | 11,96 | 20,67 | 17,41 | 26,96 | 12,78 |
| | 0,40 - | 3,83 | 6,12 | 9,32 | 16,85 | 14,31 | 22,13 | 10,56 |
| | 0,50 - | 3,18 | 4,93 | 7,79 | 13,99 | 12,08 | 18,93 | 9,03 |

Als Ergebniss seiner Forschungen stellt Kröber die Formel auf:

$$Q = 1728 \cdot F \left\{ \frac{d \cdot H}{d + 900\, L} \right\}^{\frac{8+d}{8+2d}}$$

In dieser Formel bedeuten:

$Q$ die durchgehende Wassermenge in 1 Sekunde in Litern;
$d$ den mittleren Korndurchmesser des Sandes in mm;
$F$ den Gesammtquerschnitt der durchlassenden Sandschicht in qm;
$L$ die Dicke derselben im Sinne der Wasserbewegung in m;
$H$ die beanspruchte Druckhöhe in m.

Hiermit kann man nicht nur ziemlich sicher das Ergebniss eines Sandfilters vorher berechnen, sondern auch bestehende Anlagen prüfen und vorhandene Fehler beseitigen.

**618. Versandfähige Filter.** In diesen Abschnitt gehören alle Filtrir-Einrichtungen, die in mechanischen Werkstätten oder Maschinenfabriken hergestellt werden.

Fig. 1706 giebt den Querschnitt eines patentirten Filters, welches vor 1873 in vielen der besten amerikanischen Papierfabriken Verwendung fand und schon in der ersten Ausgabe des Buches beschrieben war. In einem messingenen oder kupfernen Cylinder sind zwei Querplatten $A$ und $B$ von gleichem Durchmesser angebracht, worin eine Anzahl kleiner, an beiden Enden mit Metalltuch überzogener Cylinder oder Taschen $C$ befestigt ist. Die Taschen $C$ sind mit Schwämmen gefüllt, welche die Verunreinigungen des durchfiltrirenden Wassers zurückhalten, und ein vorspringender Ring $D$ verhindert das Wasser, sich ihren Wänden entlang einen Weg zu bahnen, anstatt durch die Schwämme zu gehen. Da die Leistungsfähigkeit des Filters von der Anzahl seiner Taschen $C$ abhängt, werden deren so viele als möglich darin angebracht. Der Zufluss des Wassers wird mit einem an den Rohrstutzen $E$ geschraubten Hahne geregelt.

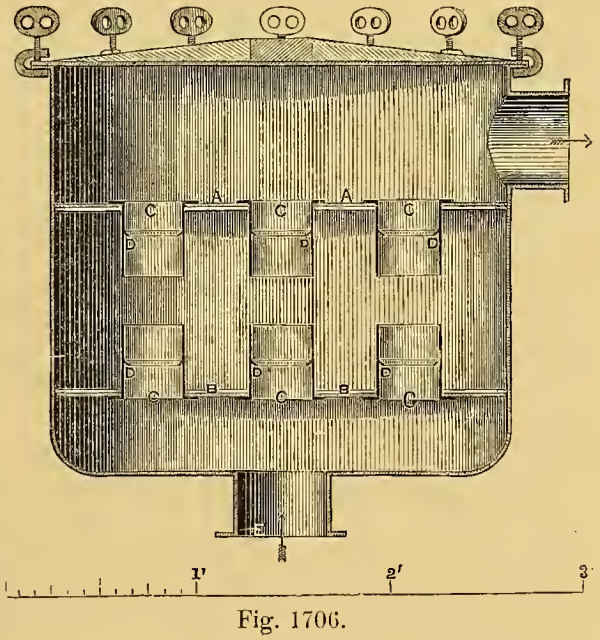
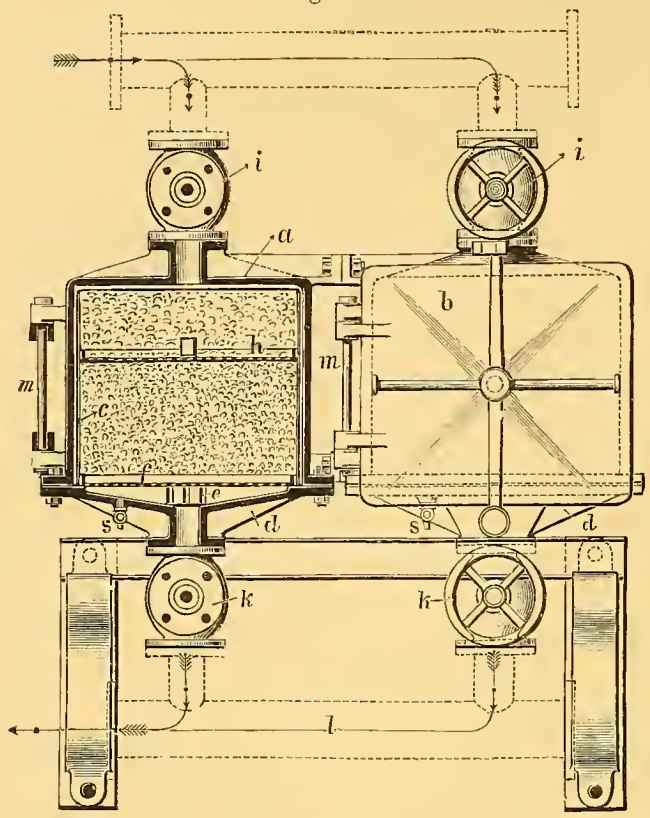



Fig. 1706.

Da der Cylinder wasserdicht verschlossen ist, kann er in jede Rohrleitung eingeschaltet werden, und in manchen Fabriken ist jeder Holländer mit einem solchen Filter versehen, während

Fig. 1707.



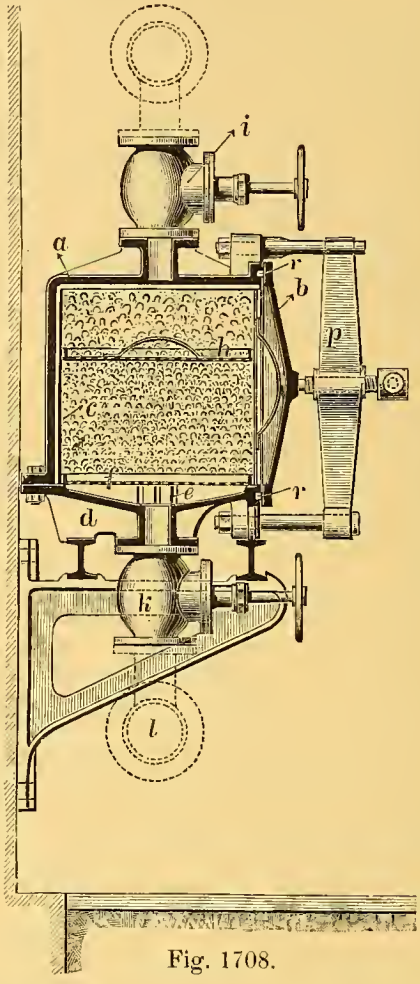




Fig. 1708.

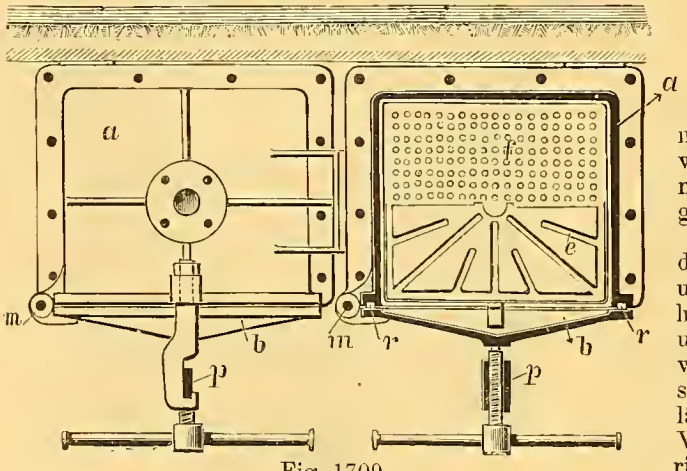



Fig. 1709.

man in anderen das gesammte Waschwasser vereinigt durch einen oder mehrere grössere Filter dieser Art gehen lässt.

Trotz ihrer Einfachheit erfordert die Behandlung dieser Filter Erfahrung und Einsicht. Die Schwämme müssen häufig herausgenommen, gewaschen und wieder in die Taschen gelegt werden. Packt man sie zu fest hinein, so geht nicht genug Wasser durch, lässt man sie zu lose, so wird das Wasser nicht genügend gereinigt. Bei richtiger Behandlung leisten sie zwar gute Dienste, haben aber der erwähnten Schwierigkeiten wegen keine Verbreitung oder dauernde Verwendung gefunden.

Eine von Direktor Richter, Papierfabrik Weltende bei Hirschberg i. Schlesien, erfundene Einrichtung ähnlicher Art, welche 1896 von der Maschinenfabrik

H. Füllner in Warmbrunn i. Schlesien in 53 Exemplaren an 10 Fabriken geliefert war, ist in Figg. 1707—9 in 1:16 der wahren Grösse dargestellt. Sie lässt sich in Wasserleitungen einfügen und besteht äusserlich aus einem gusseisernen Gehäuse *a* mit Verschlussthüre *b*. In dies Gehäuse wird das mit dem nöthigen Filtrirstoff gefüllte Kupfergefäss *c* gebracht, zu dessen Unterstützung vorstehende Flanschen und radiale Rippen *e* der Bodenplatte *d* dienen. Grundfläche *f* und Deckel *h* des Gefässes *c* sind gelochte Bleche, zwischen denen feine Holzwolle oder dergleichen Platz findet. Den Raum über dem Deckel *h* fülle man mit Holzwolle oder anderem Filterstoff gröberer Art.

Das Wasser tritt in der Pfeilrichtung durch das leicht regulirbare Ventil *i* ein und ist gezwungen, durch beide Filterschichten zu gehen, um nach dem Auslassventil *k*, und weiter in die Reinwasserleitung *l* zu gelangen.

Die über dem Deckel *h* lagernde Masse ist bestimmt, die gröberen Schmutztheile aufzunehmen, während die unter *h* befindliche Filtrirmasse alle andern Unreinlichkeiten zurückhält.

Wenn andauernd reines Wasser erzeugt werden muss, können mehrere derartige Filter nebeneinander aufgestellt werden, um während der nur Minuten dauernden Reinigung abwechselnd ausgeschaltet zu werden. Zum Spülen des Gehäuses *a* ist ein Spülwasser Ablasshahn *s* vorgesehen.

Nach dem Schliessen des Ventils *i* wird die um den Bolzen *m* drehbare Verschlussklappe *b* geöffnet, das Gefäss *c* entfernt, von seinem mit Schmutz gesättigten Inhalte befreit und, mit neuem Filtrirstoff versehen, wieder eingeschoben. Der Verschluss *b* wird durch eine im Querarm *p* geführte Schraube derart gegen das Gehäuse *a* gedrückt, dass ein zwischen *a* und *b* in einer Nuth liegender Gummi- oder Holzstreifen *r* jeden Wasseraustritt unmöglich macht.

Nach der Erfahrung des Erfinders lässt jedes Filter $^1/_3$ bis $^1/_2$ cbm Wasser in der Minute leicht durch. Man schaltet es am besten in die Leitungen ein, welche zu den Verbrauchsstellen führen. Da jedes Filter in dem Maasse weniger Wasser durchlässt, als es sich mit Verunreinigungen füllt, so muss man überall da, wo in jeder Minute gleichviel Wasser durchgehen soll, deren mindestens zwei anwenden. Man kann dann durch Stellung der Hähne eins oder das andere, oder zwei und mehr Filter in Wirksamkeit treten lassen und dadurch für gleichmässige Abgabe reinen Wassers sorgen.

In Fällen, wo hoher Wasserdruck nöthig ist, wie z. B. an der Papiermaschine, oder wo in jeder Minute durchaus gleiche Wassermenge aus dem Rohre fliessen soll, empfiehlt es sich nicht, solche Filter in die Rohrleitung einzuschalten. Dann ist es besser, das Wasser gereinigt in den Sammelbehälter zu bringen und es von dort unbehindert zu den Verbrauchsstellen fliessen zu lassen.

Einrichtungen, welche zum Ersatz der gemauerten Kiesfilter dienen sollen, sich aber überall aufstellen und mit Pumpen speisen lassen, sind in den letzten Jahren vielfach erfunden und eingeführt worden. Eine derselben, die ihrer Einfachheit wegen in vielen Papierfabriken Anwendung gefunden hat, ist das von der Cumberland Manufacturing Co. in Boston, Massachusetts, und seit 1895 auch in Deutschland gebaute Warren-Filter. In Fig. 1710 ist eine perspektivische Ansicht desselben in arbeitendem Zustand und in Fig. 1711 ein Aufriss-Durchschnitt gegeben, welcher zeigt, wie es gereinigt wird.

Das zu reinigende Wasser strömt bei *J* (Fig. 1711) ein, fliesst durch Ventil *E* und steigt durch Rohr *H* in den oberen Theil *A* des Behälters. Von hier sickert es durch die Filterschicht *C* aus sorgfältig ausgewähltem Sand und die durchlochte Platte *B*, tritt durch Ventil *F* und Rohr *I* in geklärtem Zustande aus und fliesst nach dem Sammelbecken.

Wenn sich aus dem Zustand des Wassers ergiebt, dass das Filter gereinigt werden muss, wird Ventil *E* geschlossen und Ventil *G* geöffnet. Das im Bottich *A* überstehende Wasser wird durch ein hierzu vorgesehenes, nicht gezeichnetes Rohr abgelassen. In Folge Sinkens des Wasserspiegels in *A* tritt filtrirtes Wasser aus dem Sammelbecken durch *I* ein und steigt durch den gelochten Boden *B* und die Sandschicht *C* nach oben. Gleichzeitig senkt man allmälig mit Getriebe *L* und Schraube *M* den über der Sandschicht hängenden Rührer *D* (Fig. 1710) in den Sand, so dass er die aus Fig. 1711 ersichtliche Stellung einnimmt und setzt ihn mit dem Getriebe *K* in Umdrehung. Dadurch wird der Sand aufgerührt und in so innige Berührung mit dem eingeleiteten reinen Wasser gebracht, dass er allen Schmutz aufnehmen kann. Das mit diesem Schmutz beladene Wasser fliesst durch das Mittelrohr *P* sowie durch den Ringkanal *N* und die davon ausgehenden in *P* mündenden Rohre und das geöffnete Ventil *G* ab. Wenn aus *G* klares Wasser fliesst, wird das Rühren unterbrochen, der Rührer *D* wieder emporgeschraubt, Ventil *G* geschlossen, Ventil *E* geöffnet und das Filter wieder seiner regelmässigen Thätigke zugeführt.

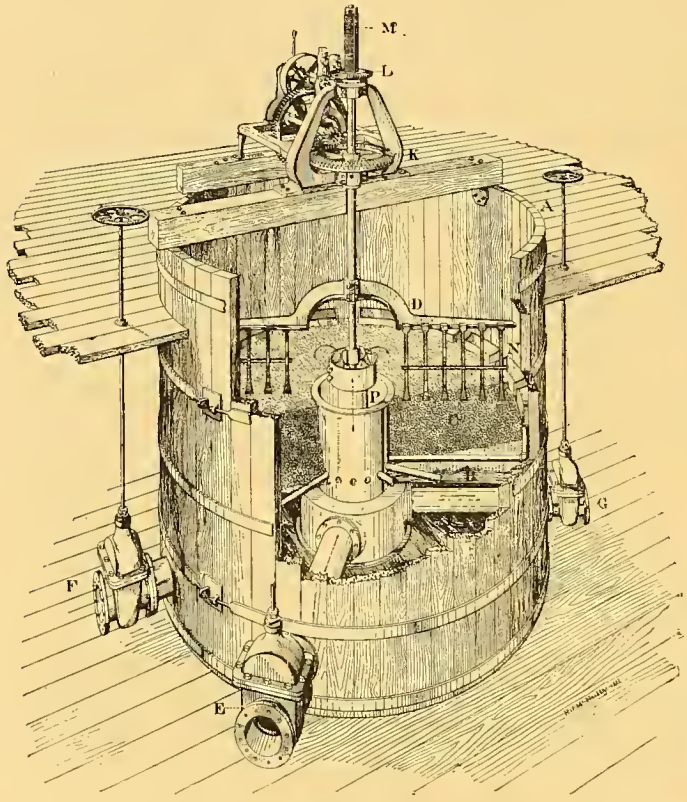


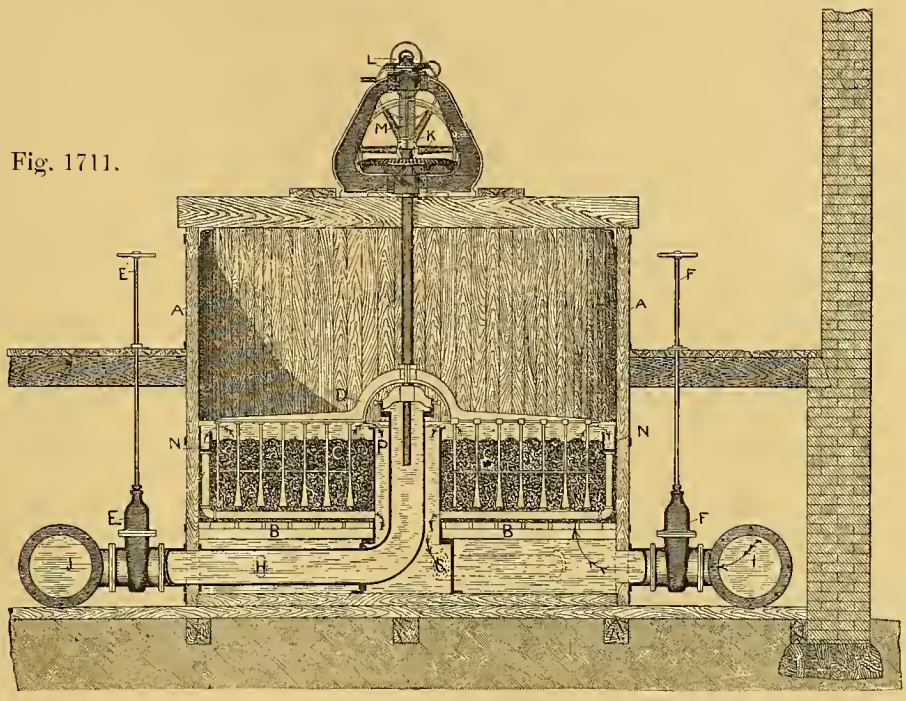
Fig. 1710.

In der Papierfabrik von Korn & Bock in Sacrau bei Hundsfeld i. Schlesien wurden 1892 mit 6 Warren-Filtern von 8′ Durchmesser täglich etwa 6½ Millionen Liter, also 4500 l in der Minute und 75 l in der Sekunde gereinigt. Im Juli 1892 bestellte die Firma noch drei solcher Filter von 10′ Durchmesser und theilte dem Verf. 1896 auf Anfrage mit, dass sie nach wie vor mit der Leistung zufrieden sei.

Die Firma Hans Reisert in Köln baut ein ähnliches Filter, bei welchem der Sand behufs Reinigung nicht durch mechanisch angetriebene Rührer, sondern durch unten eingeblasene Luft umgerührt wird, wie Fig. 1712 zeigt. In einen eisernen, cylindrischen, geschlossenen Behälter sind zwei Siebe *f f* aus gelochtem

Blech und Drahtgeflecht waagrecht eingebaut. Der Zwischenraum ist mit feinem Perlkies $F$ bis $^4/_5$ der Höhe ausgefüllt. Das trübe Wasser strömt durch Ventil $A$ ein, durchdringt den Kies und fliesst durch Ventil $B$ klar ab. Ist die Filtrir-

Fig. 1711.




schicht soweit verstopft, dass die Leistung merklich abzunehmen beginnt, so muss das Filter ausgewaschen werden, indem man Ventil $A$ schliesst, dagegen Schlammabfluss $S$ und Lufthähnchen $X$ öffnet. Desgleichen öffnet man das Ventil $C$ und setzt mittels des Dampfventils $D$ den Luftkompressor $L$ in Thätigkeit. Die in das Rohrnetz $R$ gepresste Luft strömt durch eine Anzahl kleiner Oeffnungen unter die Filtrirschicht und wühlt dieselbe unter gleichzeitiger Rückströmung des Wassers auf. Dadurch wird der Schlamm losgerissen und fliesst in der Richtung der Pfeile durch Ventil und Rohr $S$ ab, während die Luft durch den Hahn $X$ entweicht, und der Dampf kondensirt wird. Nach wenigen Minuten stellt man den Luftkompressor $L$ wieder ab und lässt noch 2—3 Minuten das Wasser zurückströmen, sodass alle Luft aus dem Kies entfernt und letzterer völlig rein wird. Zum Auswaschen kann bei geeigneter Einrichtung auch unfiltrirtes Wasser genommen werden, wenn das gereinigte Wasser nicht den nöthigen Druck hat, d. h. wenn dieses nicht wieder auf

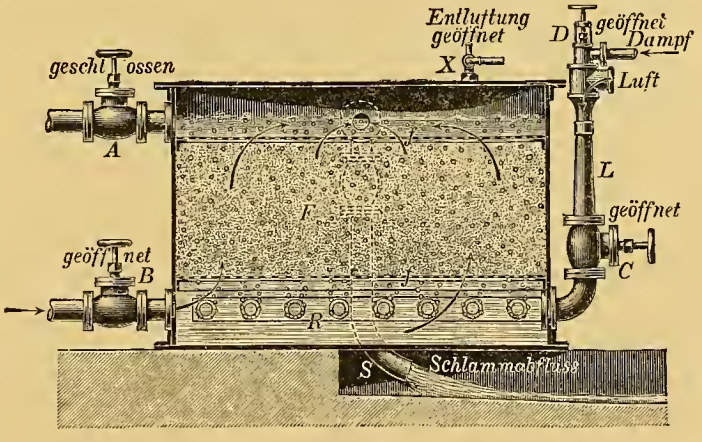



Fig. 1712.

eine bestimmte Höhe geleitet wird. Das Auswaschen erfordert höchstens 5 Minuten, und nach demselben stellt man die Ventile wieder in die ursprüngliche Lage.

Die Leistungsfähigkeit des Filters hängt von der Beschaffenheit des Wassers ab, aber man soll durchschnittlich mit 1 qm Filterfläche für 8 cbm Wasser in der Stunde auskommen.

Nachdem Zellstoffe verschiedener Art schon zum Klären von Bier und anderen Flüssigkeiten dienten, schuf M. Weigel in Tetschen, Böhmen, eine mehrfach patentirte Einrichtung, bei welcher Zellstoff oder Holzschliff zum Filtriren von Wasser benützt wird. Figg. 1713 und 1714 geben Auf- und Grundriss derselben.

Wenn die Schütze *a* aufgezogen ist, fliesst das Bachwasser durch Rinne *A*, unter der aufgezogenen Schütze *B* in den Filtrir-Kasten. In diesem steht eine Anzahl von Doppelrahmen *C*, die mit Metalltuch bedeckt sind und eine Schicht Holzschliff oder Zellstoff einschliessen. Das Wasser dringt durch die Siebe in die Filtermasse, welche den Zwischenraum füllt, fliesst durch Ausfluss-Oeffnungen ab und gelangt, wenn Schütze *E* geöffnet ist, in die Rohrleitung. Was sich auf dem Boden ablagert, kann durch Rohre *F*, *G* und *H* abgelassen werden.

Fig. 1713.

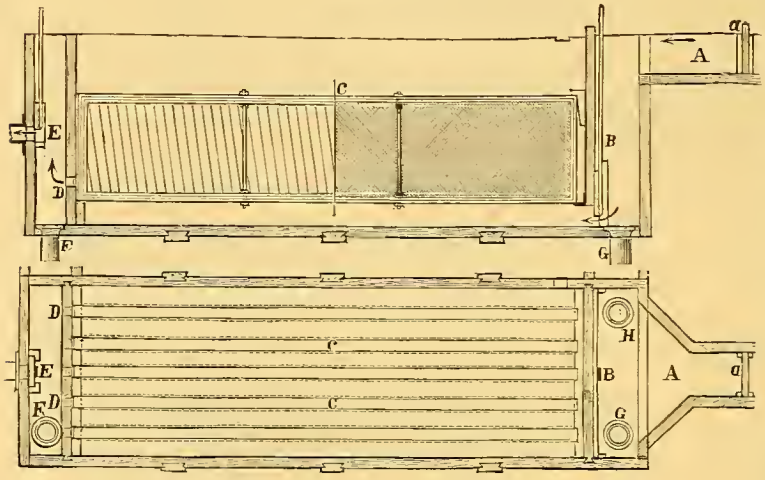



Fig. 1714.




Sobald man aus dem Ergebniss erkennt, dass der Filtrirstoff eines Kastens zu sehr verschmutzt ist, um genug Wasser durchzulassen, muss derselbe ausgeschaltet und gereinigt werden. Der Zellstoff oder Holzschliff wird dann herausgenommen und von einem Arbeiter, der hierzu 30 Minuten braucht, durch reinen ersetzt. Der beschmutzte Stoff kann gewaschen und zu gleichem Zweck wieder verwendet werden. Ein Kasten von 3 m Länge, 1 m Breite und 15 m Filter-Oberfläche soll 500 l reines Wasser in der Minute liefern. Dies ist jedoch nur möglich, solange die Zellstoff-Filtrirschichten noch rein und durchlässig sind. Dieselben müssen erfahrungsmässig häufig ausgewaschen und auch erneut werden, da sich sonst leicht Pilze und Fäulniss darin entwickeln. Diese ziemlich häufigen Waschungen und Erneuungen verursachen mehr Arbeit und Kosten als gut angelegte Sandfilter. Ausserdem hat das Wasser das Bestreben, den Ausgang *D* auf dem kürzesten Wege zu suchen, und der demselben zunächst befindliche Filtrirstoff wird desshalb viel mehr in Anspruch genommen, als die entfernter liegenden Theile, die Filtrirschichten arbeiten also ungleich.

Das Wormser Filterplattenwerk Bittel & Co. in Worms a. Rh. fertigt aus einem Gemenge von reingewaschenem Fluss-Sand und Wasserglas Platten von 100 × 100, 100 × 50 und 50 × 50 cm Fläche und 10 cm Stärke, die bei

Temperaturen von etwa 1200° C gebrannt werden. Nach dem Brande zeigen die Steine helle Sandsteinfarbe, sind von gleichkörnigem Gefüge, unveränderlich, sehr hart und doch durchlässig. Man kann durch dieselben ohne Bedenken auch säurehaltige und schwach alkalische Flüssigkeiten filtriren.

Zwischen je zwei dieser Platten wird am Rande eine 60 bis 80 mm breite und 20 mm starke Cementschicht gebracht, welche sie so vereint, dass ein Element mit innerem Hohlraum von 20 mm Stärke entsteht.

Aus solchen senkrecht gestellten Elementen werden Batterien gebildet und in gemauerten Behältern untergebracht, die man mit dem zu reinigenden Wasser so hoch anfüllt, dass dieses unter Druck durch die Platten in die inneren Hohlräume dringt. Aus diesen wird es durch Röhren in die Reinwasser-Behälter geleitet. Um die Platten zu reinigen, lässt man reines Wasser mit etwa 1 m Ueberdruck, ohne den Behälter zu entleeren, von innen nach aussen durch die Platten-Elemente gehen. Eine halbe Stunde soll dazu genügen. Von Zeit zu Zeit wird der im Behälter angesammelte Schlamm entfernt. Ausführlicheres findet sich in Nr. 27 der Papier-Zeitung 1896.

**619. Chemische Verunreinigungen.** Die zu den Mineralien gehörigen Stoffe, welche sich in Wasser gelöst befinden, wie Kalk, Magnesia, Eisen, entstammen dem Erdreich, über welches es seinen Lauf genommen hat. Die in Wasser gelösten organischen Stoffe haben ihren Ursprung meistens in verfaulenden Pflanzen und in dem Ablauf bebauter Felder. Durch die fortwährende Berührung nimmt das Wasser Luft auf und zwar, nach den Untersuchungen mehrerer Chemiker, in einigen Fällen bis zu $^1/_{20}$ seines Rauminhalts. Von den Gasen, welche mit der Luft in's Wasser kommen, scheint nur der Sauerstoff (vergl. Seite 360) und die, höchstens zu $^1/_{110}$ des Rauminhalts des Wassers, darin gelöste Kohlensäure von Einfluss auf die Papierfabrikation zu sein, die grosse Menge Stickstoff kann unberücksichtigt bleiben.

Organische Bestandtheile wirken dadurch sehr schädlich, dass sie leicht in Fäulniss übergehen, kommen aber glücklicherweise nur selten vor. Die mineralischen Bestandtheile, besonders die Kalksalze, sind es, welche durch ihre, in den meisten Fällen überwiegende Menge den Charakter des Wassers bestimmen. Die neben den Kalksalzen auftretenden Magnesiasalze können diesen zugerechnet werden, da sie sich ähnlich verhalten. Die übrigen in den verschiedenen Gewässern vertretenen mineralischen Stoffe kommen meistens in so geringen Mengen vor, dass ihr Einfluss nicht wahrgenommen werden kann. Nur Eisensalze treten in manchem Wasser so überwiegend auf, dass sie dasselbe zur Papierfabrikation ungeeignet machen. In Gegenwart von Alkalien scheidet sich das Eisen aus und ertheilt dem Wasser eine zwischen Gelb und Braun schwankende, wenn auch nicht immer erkennbare Färbung. Sehr störend sind die Eisensalze auch beim Bleichen und Leimen, und das Hervorbringen mancher Farben wird durch ihre Gegenwart unmöglich.

Von den Kalksalzen sind es die kohlensauren und schwefelsauren Verbindungen, welche oft in so grosser Menge vorkommen, dass sie die Wasser *hart* machen. Dass dies geschehen kann, wird hauptsächlich durch die Gegenwart freier Kohlensäure möglich. Der kohlensaure Kalk ist nämlich, wie Seite 360 erwähnt, in reinem Wasser beinahe unlöslich, und ähnlich verhalten sich die kohlensauren Salze der Magnesia, der Baryt- und Strontianerde, sowie des Eisen- und Manganoxyduls. Die Löslichkeit aller dieser Salze wird durch die Anwesenheit freier Kohlensäure in Wasser sehr erhöht (vergl. Seite 361) und nimmt mit dem Austreiben dieser Kohlensäure in demselben Verhältniss ab. Je mehr hartes Wasser mit Luft in Berührung kommt, desto mehr freie Kohlensäure giebt es wieder ab, und daher erklärt es sich, dass man in Flusswasser kaum jemals mehr als 2 Raumprocente freier Kohlensäure gefunden hat, während sie in Brunnenwasser schon bis zu 5 pCt. nachgewiesen wurde, und dass die Flusswasser durchgängig, und meistens mit Recht, für *weich* gelten. (Seite 359.)

Schwefelsaurer Kalk oder Gyps braucht, nach *Poggiale*, zu seiner Lösung 480 Theile Wasser von 0° C, 393 Theile von 35° oder 460 Theile von 100°, seine Löslichkeit ist also in Wasser von 35° grösser, als in kaltem und ganz heissem Wasser. Gyps fehlt selten gänzlich in dem Wasser der Quellen und Flüsse, dessen Härte er erhöht, er kommt aber in den Quellwassern nicht so allgemein und in viel geringeren Mengen vor als kohlensaurer Kalk. Wasser mit beträchtlichem Gypsgehalt tragen schon mehr den Charakter von Mineralwassern. Gyps ist löslicher in Wassern, worin noch einige andere Salze, z. B. Chlornatrium, gelöst sind, als in reinem Wasser. *(Dr. P. Bolley. Die chemische Technologie des Wassers.)*

Schwefelsaure Magnesia, Chlorcalcium und Chlormagnesium, Chlornatrium, Ammoniak- und salpetersaure Salze kommen, wie schon bemerkt, meistens in zu geringen Mengen vor, um bei der Papierfabrikation einen bemerkbaren Einfluss zu üben.

Die kennzeichnende Eigenschaft harter Wasser (vergl. Seite 359) ist, dass ihre Erd- und Metallsalze die Seifen zersetzen, indem sich die Fettsäure der Seife mit der erdigen oder metallischen Basis verbindet und als unlösliches Gerinnsel ausscheidet, während das Alkali mit den Säuren der im Wasser gelösten Salze neue Salze bildet. Soll Seife irgend welcher Art in solchem Wasser gelöst werden, so wird ein Theil derselben geopfert, um die Erd- und Metallsalze des Wassers auszuscheiden und es weich, d. i. zur Aufnahme der Seife geeignet, zu machen. Es ist berechnet worden, dass durch Anwendung des Themsewassers von $4^1/_3$ Pfund Seife jeweils 1 Pfund zersetzt wird, dass die auf solche Weise geopferte Seife für London eine Menge von 230 Tonnen im Monat ausmacht und einen Verlust von etwa $3^1/_2$ Millionen Franken im Jahr verursacht.

Wird Harzseife mit hartem Wasser verdünnt, so bildet sich vor Erzeugung der schlüpfrigen Thonerdeseife eine krümliche Kalkseife, welche sehr störend auf die Leimung wirkt.

Etwas Kalk, wie er sich z. B. in dem aussergewöhnlich reinen Quellwasser der Papierfabrik von Blanchet frères & Klèber in Rives, Frankreich, findet, nämlich gerade so viel als nöthig ist, um dem Wasser schwach basische Eigenschaften zu verleihen und dadurch den Gehalt von oxydirendem Sauerstoff auszuschliessen, ist dagegen erwünscht.

Ist eine Fabrik in der unglücklichen Lage, nur hartes Wasser zu ihrer Verfügung zu haben, so wird sie ihren Vortheil dabei finden, wenn sie Mittel zu seiner Enthärtung anwendet, welche weder grosse Kosten verursachen, noch andere Stoffe an Stelle der ausgeschiedenen in's Wasser bringen. Ein solches Mittel bietet der Aetzkalk, welcher die freie Kohlensäure des Wassers aufnimmt, dadurch den grössten Theil der kohlensauren Salze ihres Lösungsmittels beraubt und sie veranlasst, sich mit dem neu gebildeten kohlensauern Kalk auf dem Boden des Behälters abzulagern. *Dr. Bolley* führt in seiner *chemischen Technologie des Wassers* folgende Beispiele der Anwendung von Kalkmilch nach Clark'schem Verfahren an:

In der Druckerei zu Mayfield, Lancashire, wurden viele Monate lang täglich 300 000 Gallonen Wasser weich gemacht, und in den Wasserwerken zu Chelsea bei London hat der Ingenieur Simpson in fünf verschiedenen Versuchen, jeder mit 3 bis 4 Millionen Gallonen Themsewasser angestellt, die ziemlich grosse Menge Härte gebender Salze, die 24 Grain in der Gallone betragen, auf 8 Grain heruntergebracht und gleichzeitig die organische Materie bis auf die Hälfte entfernt. Klares Themsewasser konnte unmittelbar nach dem Absetzen des Kalkniederschlags gebraucht, trübes dagegen, welches auch nach der Einwirkung des Kalks trübe blieb, musste filtrirt werden. Die gelbliche Farbe, die das Themsewasser zur Fluthzeit annimmt, sowie der mit dieser Erscheinung verbundene eigenthümliche Pflanzengeschmack, liess sich durch den Kalkzusatz und selbst durch darauf folgende Filtration nicht entfernen, in allen übrigen Beziehungen aber entsprach das Verfahren vollkommen, und es kommt keineswegs theuer zu stehen. Die zum völligen Absetzen des Niederschlags nöthige Zeit beträgt nicht mehr als 24 Stunden, die Sandfilter leiden durch den Kalk nicht im mindesten, höchstens müssen die obersten Schichten etwas häufiger gewechselt werden.

In den Wasserwerken zu Woolich bei London hat man die interessante Beobachtung gemacht, dass das Absetzen der Trübung in 8 Stunden vollständig erfolgt, wenn man anfänglich dem zu reinigenden Wasser einen Ueberschuss von Kalkwasser zusetzt. Man hat durch Analyse bestimmt, wie viel Kalk nöthig ist, um die doppelt kohlensaure Kalkerde zu zerlegen und fügt $^3/_4$ der benöthigten Menge zu. Mit dem Gemisch wird ein Bassin zu $^2/_3$ gefüllt und nachher noch $^1/_3$ von dem kalkhaltigen Wasser, das man reinigen will, zugefügt. So erreicht man, dass kein Ueberschuss von Aetzkalk in der Mischung ist, hingegen bleibt etwas kohlensaurer Kalk (nicht ganz $^1/_6$ des ursprünglichen) in der Lösung. Der weisse Absatz dient wie Schlemmkreide und lässt sich an Tapetenfabrikanten und als Anstrichfarbe gut verkaufen. Die Mischung geschieht durch zwei gleichzeitig arbeitende Pumpen, die eine liefert Wasser aus einem 150 Fuss tiefen Bohrloch, die andere steht in dem Behälter mit Kalkmilch, worin durch mechanische Vorrichtungen immerwährend gerührt wird. Die Durchmesser der Pumpenkolben und die Hubhöhen sind so bestellt, dass jeder Hub die beiden Flüssigkeiten in dem gewünschten Verhältniss liefert. Für 200 Millionen Gallonen Wasser soll ein Kubikyard Kalk durchschnittlich gebraucht werden. Die Filtration erzeigt sich bei diesem Verfahren als ganz unnöthig, da das Wasser völlig klar ist.

Die Probe, ob überschüssiger Kalk zugesetzt worden, besteht in einem Tropfen Silberlösung, die, im Falle dies geschehen ist, bräunlich gefällt wird.

In der Keferstein'schen Aktienpapierfabrik zu Cröllwitz bei Halle wurde das Wasser der Saale viele Jahre lang abwechselnd in zwei nicht sehr grosse, aus Erde gebaute Behälter gepumpt und erforderlichen Falls künstlich geklärt. In einen der Behälter liess man zu diesem Zweck eine Mischung von Kalkmilch und Theer fliessen, welche über dem Wasser eine Decke bildete, die sich allmälig zu Boden senkte und die Verunreinigungen sowie die ausscheidenden kohlensauren Salze mitriss. Die Niederschläge sammelten sich auf dem Boden an und mussten alle zwei Jahre herausgenommen werden.

In China und Indien soll die Verwendung von Alaun zur Beseitigung von Trübungen in Flusswassern, welche nicht zum Trinken dienen, ziemlich verbreitet sein. Nach *Felix d'Arcet* ist $^1/_4$ bis $^1/_2$ Gramm Alaun auf das Liter Wasser genügend. Die suspendirten Stoffe vereinigen

sich zu Flocken und scheiden sich, fadenartig vereinigt, ab. Eine der bedeutendsten amerikanischen Papierfabriken ist mit einem grossen, auf einer Anhöhe gelegenen Wasserbehälter versehen, welchem während des Sonntags mittels Wasserkraft und einer starken Druckpumpe der für sechs Tage nöthige Vorrath zugeführt wird. In den gefüllten Behälter werden zwei Fässer voll reiner schwefelsaurer Thonerde (Alaun) geleert, welche die Klärung des Wassers während der Woche bewirken. Es ist anzunehmen, dass die kohlensauren Erdsalze durch die Schwefelsäure des Alauns in unlösliche oder schwer lösliche schwefelsaure Salze verwandelt werden, welche im Verein mit der niederfallenden Thonerde die im Wasser schwebenden Verunreinigungen mit zu Boden reissen.

Folgende Erfahrungen mögen noch einen weiteren Beweis für die Wichtigkeit der Zusammensetzung des Wassers liefern:

Nach *Dupasquier*'s Ermittlungen braucht man zum Entschälen der Seide in Lyon auf 100 Pfund Seide 18 Pfund Seife, wenn das Wasser der Saone, 20 Pfund wenn das Wasser der Rhone, 24 bis 30 Pfund, wenn das Quellwasser von Brotteaux, und 35 Pfund, wenn das einiger Brunnen in einigen Stadtquartieren genommen wird. Wir sehen hieraus, dass der Mehrverbrauch fast bis zum Doppelten steigen kann. Aber es ist nicht blos der nutzlose Verbrauch an Seife, den wir zu betrachten haben, die Bildung der Erdseife kann andere sehr entschiedene Nachtheile zur Folge haben. Bei dem Seide-Entschälungsprozess müssen sich unvermeidlich Spuren von Kalkseife an die Faser setzen, und diese sind ein grosses Hinderniss für die nachfolgende gleichmässige Färbung der Seide. *(Dr. P. Bolley Chem. Technol. d. Wassers.)*

Seit Niederschrift vorstehender der ersten Ausgabe des Buches entnommener Angaben sind viele Vorschläge und Versuche zur Verbesserung des Wassers gemacht worden. Papier-Zeitung Nr. 51 von 1882 brachte folgende Erfahrung:

Das neu angelegte Wasserwerk der Stadt Groningen in Holland lieferte zeitweise Wasser von gelblicher Farbe, welche sich durch Filtriren nicht beseitigen liess und daher rührte, dass das Wasser im Winter über torfhaltigem Boden stand. Das Wasser erhält deshalb vor seiner Reinigung auf den Filtern einen kleinen Zusatz von Alaun (schwefelsaurer Kalithonerde); es hat das Bestreben, die chemische Verbindung des Alauns zu lösen, namentlich die Thonerde als Thonerdehydrat auszuscheiden. Letzteres saugt begierig alle Farbentheilchen des Wassers auf und fällt mit diesen in braungefärbten Flocken zu Boden. Vor allem muss man bedacht sein, dem Wasser nur ein Minimum von Alaun zuzusetzen, einerseits um den Zweck mit den geringsten Kosten zu erreichen, anderseits um keine Schädigung des Wassers berbeizuführen. Der Minimalzusatz, bei welchem noch eine vollständige Entfärbung des stark gelben Wassers stattfand, wurde durch Versuche zu 1/8000 Gewichtstheil bestimmt. Das Wasser erleidet durch diesen Zusatz keine Aenderung im Geschmacke, ergiebt nur eine kleine Vermehrung des Verdampfungsrückstandes und der Härte, beides in Folge der sich bildenden, für die Gesundheit ganz unschädlichen, neutralen schwefelsauren Verbindungen.

Zur Erhaltung einer längeren Betriebsdauer der Filter ergab sich die Nothwendigkeit, die in Flocken niederfallende Thonerde zur Ausscheidung zu bringen. Das Wasser wird durch eine 250 mm weite, 1 m unter Mittelwasser verlegte Rohrleitung vom Flusse einem Brunnen zugeführt, von den Filterpumpen der Maschinen angesaugt und in einen von drei Klärteichen geschafft. Jeder der letzteren hat einen Fassungsraum von 800 cbm, so dass bei ununterbrochenem Betriebe jeder Klärbehälter sich während 8 Stunden füllt, hierauf behufs Ablagerung der Thonerde 8 Stunden in Ruhe bleibt und während der letzten 8 Stunden das geklärte Wasser an die Filter abgiebt. Der sich im unteren Theile der Klärteiche ablagernde Schlamm kann zeitweise durch eine besondere Entleerungsleitung entfernt werden. Ein in die Abtheilung eingeschalteter Schlammschacht bietet die Möglichkeit, die Niederschlagmassen zu ökonomischen Zwecken zu verwenden.

Der regelmässige und gleichmässige Alaunzusatz wird dadurch erreicht, dass eine kleine von der Maschine betriebene Pumpe eine geringe Menge konzentrirter Alaunlösung von bestimmter Zusammensetzung jedem Pumpenhube zuführt. Man kann jederzeit aus dem Kolbenraum, der Einspritzmenge und deren Zusammensetzung das Gesammtmischungsverhältniss ermitteln. Die starke Bewegung des Wassers in der Pumpe bewirkt gleichmässige Mischung, und man darf annehmen, dass das Wasser stets mit gleichem Alaungehalt aus der Rohrleitung in die Klärteiche tritt. Bei vollem Betriebe, d. h. bei Lieferung einer Wassermenge von 2400 cbm in 24 Stunden, beträgt der tägliche Bedarf an Alaun bei dem Mischungsverhältniss von 1 : 8000 annähernd 300 kg.

Manches Fabrikationswasser, besonders das aus Brunnen gewonnene, enthält Eisen, welches darin als kohlensaures, zuweilen auch als phosphorsaures Eisenoxydul gelöst, jedoch in frisch gefördertem Brunnenwasser nicht sichtbar ist, letzteres erscheint meistens klar und rein. Wenn das Wasser aber in einem unverschlossenen Gefässe längere Zeit an der Luft steht, so trübt es sich, nimmt opalisirende Färbung an, die nach und nach in einen gelben Farbenton übergeht

und setzt schliesslich einen gelbbraunen Niederschlag ab. Dieser Vorgang nimmt bis zu seiner Vollendung in der Regel mehrere Tage in Anspruch. Bei demselben hat sich durch Hinzutritt des Sauerstoffs der Atmosphäre das lösliche Eisenoxydul in unlösliches Eisenoxydhydrat umgewandelt und dieses sich ausgeschieden.

Das Wasser nimmt somit durch darin gelöstes Eisen häufig trübe Farbe an, die es für bessere Sorten Papier untauglich macht. Die manchmal im Papier auftretenden Eisen- oder Rostflecken haben jedoch anderen Ursprung, diese stammen vielmehr meistens aus sehr kleinen Eisentheilchen, die sich beim Mahlen von den Holländer-Schienen abgelöst haben und im Papier zu Rost oxydiren. Die Rosttheilchen können auch aus eisernen Behältern und Röhren oder von den Presswalzen der Papiermaschine stammen, jedoch nicht aus dem Eisen des Wassers, da dieses nur eine gleichmässige Färbung der ganzen Stoffmasse, aber keine Flecken bewirken kann.

Im Winter 1888/89 wurden mit preuss. Staats-Mitteln unter Oberleitung des Prof. Rob. Koch an dem Brunnenwerk der Universitäts-Frauenklinik zu Berlin Versuche zur Befreiung des Wassers von Eisen angestellt, welche die Grundlage für viele darauf begründete Verfahren bildete.

Das Verfahren der Enteisenung besteht aus Lüftung und Filtration des Wassers. Erstere erfolgt am zweckmässigsten, indem das Wasser als fein zertheilter Regen aus einer Höhe von mindestens 2 m frei durch die Luft auf den Wasserspiegel des Filters herunterfällt. Hierbei dringt der Sauerstoff der Atmosphäre so lebhaft in die Wassertheilchen ein, dass die Oxydirung des Eisenoxyduls zu unlöslichem Eisenoxyd, und demzufolge eine Trübung des Wassers, sofort vor sich geht. Für die sich unmittelbar an diesen Vorgang anschliessende Filtration des Wassers wird am geeignetsten ein Filter aus gewaschenem Graupenkies von gleichmässigem, etwa 2 bis 2,5 mm starkem Korn verwendet, auf und in welchem sich die entstehenden Eisenflocken leicht absetzen, sodass sich das aus dem Filter abfliessende Reinwasser, wie durch zahlreiche chemische Analysen nachgewiesen ist, völlig eisenfrei zeigt.

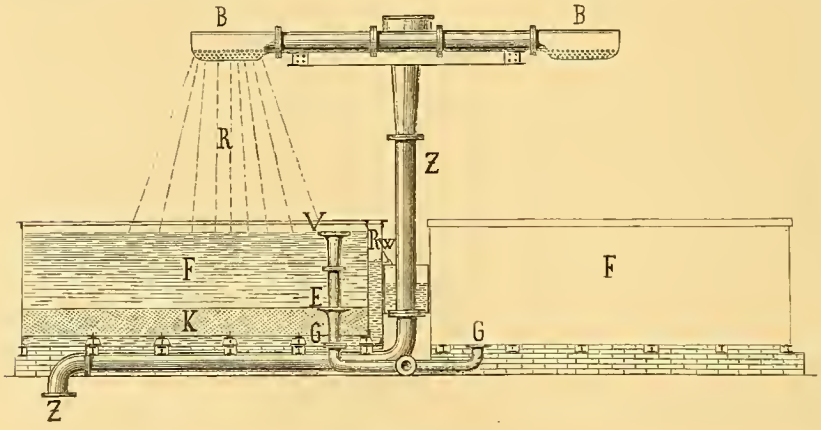


Fig. 1715.

Indem während der Filtration die Oberfläche des Filterkörpers sich mehr und mehr mit Eisenschlamm bedeckt, verliert derselbe nach und nach an Durchlässigkeit und wird schliesslich ganz verstopft. Die dann nöthige Reinigung erfolgt am besten durch Einführen des Wassers von unten bei gleichzeitigem Aufrühren der Filtrirschicht nach einem der auf Seiten 1718—20 beschriebenen Verfahren. In Fig. 1715 ist eine Ausführung des Herrn Civ.-Ing. G. Oesten Berlin patentirten Verfahrens dargestellt.

Das Grundwasser gelangt durch Hauptrohr *Z* und Vertheilungsrohre in die Brausen *B*, aus denen es als Regen *R* auf den Wasserspiegel des Filterbehälters *F* fällt. Es durchdringt alsdann die Kiesschicht *K* und gelangt gereinigt in die Reinwasserkammer *Rw*, aus welcher es zur Verwendung abfliesst. *V* ist ein Ueberstandsrohr, welches zur Wirkung kommt, wenn in Folge längerer Benutzung des Filters dasselbe seine Wirksamkeit verloren hat, und der Wasserspiegel bis zum Rande des Ueberlaufs gestiegen ist. *E* ist ein Entleerungsrohr über dem Kies. *G* der Grundablass.

Bei einer Anlage dieser Art, welche seit mehreren Jahren in einer Berliner Kartonpapier-Fabrik in Betrieb ist, dringt das Wasser von oben durch eine Graupenkiesschicht von 30 cm Höhe, die von einem auf T-Trägern ruhenden Boden aus gelochtem Blech und Drahtgewebe liegt, und sammelt sich in dem darunter befindlichen freien Raum von 15 cm Höhe, sowie in dem möglichst grossen Reinwasser-Behälter. Untersuchungen ergaben, dass im Liter Wasser vor der Lüftung 1,8 mg Eisenoxydul gelöst waren, dass aber das gelüftete und filtrirte Wasser keine Eisenabscheidung mehr beim Stehen im offenen Gefässe gab. Selbst nach vierzehntägigem Stehen an der Luft sah das Wasser genau so aus wie am Tage der Entnahme. Der trotzdem im Wasser noch verbliebene geringe Eisengehalt von 0,21 mg im Liter bleibt gelöst und giebt zu Veränderungen keine Veranlassung mehr.

Zu dem beschriebenen Wasser-Enteisenungsverfahren werden auch statt freien Regenfalls Koksthürme benützt, über welche das Wasser tropfenförmig rieselt. Diese Aenderung bietet Nachtheile gegen das einfachere Verfahren der Lüftung mittels freien Regenfalls mit Filtration durch Kies und wird desshalb allgemein wieder verlassen.

Seitdem der freie Regenfall grosse Erfolge erzielt hat, wird er in verschiedenster Weise verwerthet. Eine Firma, welche sich viel mit Filtrirung beschäftigt, lässt das herabgeregnete Wasser abwechselnd in Behälter fliessen, worin es eine Stunde verbleibt, ehe es durch Filter geleitet wird. Durch diese einstündige Ruhe soll dem unlöslichen Eisenoxydhydrat Gelegenheit gegeben werden, sich abzuscheiden, damit es die Filter weniger oder nicht verstopft.

Wenn ausser Eisen auch andere Stoffe ausgeschieden werden müssen, so geschieht dies vorher durch Zutheilung der Fällungsmittel und Absetzen in Gruben. Durch regelmässige gleichmässige Zutheilung einer Lösung von schwefelsaurer Thonerde mittels Pumpe oder anderer Einrichtung während seiner Förderung sowie von Kalkwasser sind in vielen Fällen gute Erfolge erzielt worden. Die Wirkung beruht darauf, dass die schwefelsaure Thonerde ihre Schwefelsäure an den Kalk abgiebt, so dass das frei werdende Thonerde-Hydrat als feine, kaum erkennbare, durchsichtige Gallerte niederfällt und alles im Wasser Schwebende mit niederreisst. Ausserdem geht die schwefelsaure Thonerde mit organischen und anderen Stoffen feste, nicht näher bekannte Verbindungen ein, was in manchen Fällen zur Reinigung des Wassers beiträgt.

**620. Bezugsquellen.** Das auf der Oberfläche der Erde befindliche Wasser wechselt beständig seine Form, es verdunstet, wird von den Winden fortgetragen und fällt in Folge von Temperaturveränderungen als Regen, Hagel, Schnee, Thau, Nebel etc. wieder zur Erde. Bei seiner Rückkehr ist es so rein, wie es überhaupt in der Natur vorkommt, es enthält keine fremden Bestandtheile ausser den Gasen, welche es von der Atmosphäre aufnimmt, und wenn es dann nur mit unlöslichen Stoffen wie Granit, Quarz oder Sand in Berührung kommt,

bewahrt es diese Reinheit. Bäche und Flüsse solcher Art kommen meistens nur in Gebirgen vor, in vielen Fällen zu fern von den Verkehrswegen, um sich mit Vortheil zur Papierfabrikation verwenden zr lassen; die gut gelegenen sind sehr werthvoll und bilden häufig eine wesentliche Grundlage für die Erzeugung unserer vortrefflichsten Papiere. Aus der Art der Stoffe, über welche die Wasser dahinfliessen, lässt sich ein ziemlich sicherer Schluss auf ihre Reinheit und die darin aufgelösten und schwebenden Verunreinigungen ziehen.

Ein grosser Theil des auf die Erde fallenden Wassers dringt in das Innere und kommt an tiefer gelegenen Stellen in Form von Quellen wieder zu Tage. Nicht in allen Fällen werden jedoch die Quellen direkt von dem niedergeschlagenen Wasser gespeist, manchmal sind sie auch Ausläufer grösserer Ansammlungen auf der Oberfläche. Zu den Wasseransammlungen, welche sich unterhalb der Erdoberfläche bilden, gelangen wir durch Brunnenschächte. Wenn das Wasser einer unterirdischen Ansammlung durch eine Lehm- oder andere wasserdichte Schicht verhindert ist, sich überall gleich hoch zu stellen, und diese Erdschicht an einem tiefen Punkte der Ansammlung durchbohrt wird, so steigt es, wie in kommunicirenden Röhren, in dem Bohrloch in die Höhe. Daher kommt es, dass das Wasser der artesischen Brunnen, je nach der Höhenlage der, meistens unbekannten, speisenden Ansammlungen manchmal durch Pumpen an die Oberfläche befördert werden muss, während es in anderen Fällen so hoch emporschiesst, dass es sogar als Triebkraft Verwendung findet. Da die unterirdischen Gewässer von keinen Luftströmungen noch Stürmen beunruhigt werden, so finden alle etwa darin schwebenden Verunreinigungen Zeit zum Absitzen und lassen das artesische Wasser gewöhnlich sehr klar an die Oberfläche treten. Ihre chemische Reinheit hängt jedoch, wie bei fliessenden Wassern, von den Stoffen ab, mit welchen sie in Berührung kommen und, wenn sie auch in vielen Fällen nichts zu wünschen übrig lassen, so kommt es doch auch vor, dass sie genug Salze enthalten um als Mineralwasser gelten zu können.

Da das Wasser der artesischen Brunnen keine mechanischen Verunreinigungen enthält und meistens auch chemisch sehr rein ist, bohren viele Papierfabrikanten danach. Die in den folgenden Zeilen angeführte Mittheilung aus Dr. P. Bolley's Chem. Techn. d. Wassers dürfte desshalb von Interesse sein:

Mag es wahr sein, dass auf unserm Kontinent die ersten erbohrten Brunnen in der Grafschaft Artois im nordwestlichen Frankreich, woher sie ihren Namen *puits artesiens* ableiten, angelegt wurden (der von *Lillers,* Pas de Calais, soll seit 1126 bestehen), so ist doch gewiss, dass den alten Aegyptern das Verfahren, solche Brunnen zu erbohren, bekannt war, dass die Oasen von Theben und Garbe einer grossen Zahl erbohrter Quellen ihre Fruchtbarkeit verdanken, sowie, dass von den Missionären *Dufresse,* Bischof von Tabraika, und Abbé *Imbert* berichtet wird, dass in China bei Kiating in der Provinz Ou-tong-Kiao seit undenklichen Zeiten Tausende solcher Brunnen sich finden.

Man hat im siebzehnten und im vorigen Jahrhundert in ziemlich vereinzelten Fällen in Italien, Frankreich, England und Deutschland den Bohrer zur Auffindung von süssem Wasser, häufiger aber von Soolen, angewendet: die von der *Société d'encouragement de l'industrie nationale* und der *Société centrale d'agriculture* in Frankreich ausgesetzten Preise für Auffindung von süssem Wasser in wasserarmen Gegenden mittels des Erdbohrers gaben aber erst rechten Anstoss, und von diesem Anlass datirt die Erweiterung unserer geologischen und technischen Kenntnisse in dieser Hinsicht.

Die Frage nach der Wahrscheinlichkeit, ob an einer gegebenen Stelle eine Springquelle durch Bohrung gewonnen werden könne, hängt zwar zunächst ab vom Wasserreichthum der Gesteinsbildungen der Umgegend überhaupt, dann kommt aber die weitere Bedingung hinzu, dass zerklüftetes, also wasserdurchlassendes Gestein mit dichteren Schichten, die das Durchsickern nach unten sowohl als das Ausfliessen des angesammelten Wassers nach oben verhindern, abwechselt. Die Möglichkeit der Auffindung bindet sich keineswegs, wie man früher glaubte, an eine bestimmte geologische Formation, vielmehr sind es die angedeuteten Lagerungsverhältnisse, auf welche sich die Hoffnungen des Suchenden stützen müssen. Die Zerklüftung des Gesteins, eine für die Filtration nöthige Bedingung, der Wechsel geschlossenen dichteren Gesteins mit lockeren möglichst horizontalen Lagerungen, sowie grosse Ausdehnung der Schichten, damit das unterirdisch angesammelte Wasser sich über ein grösseres Gebiet ausbreiten könne, sind Verhältnisse, die verschiedenen geologischen Formationen zukommen können, obschon wichtig ist, dass man das Zusammentreffen aller dieser Voraussetzungen bei einigen Formationen leichter findet als bei anderen. Nach F. Arago vereinigen sich in den sekundären Gesteinsmassen am vollkommensten die Bedingungen zum Ansammeln grösserer Wassermassen. Nach den Forschungen von Hericart de Thury, Baillet, Omalius d'Halloy, Flachat, Beurrier, Garnier, Bruckmann und Anderen entstammt die Mehrzahl der artesischen Quellen den Bildungen, die sich unter der Kreideformation und zwar noch unter dem Thon (Wealdenthon), auf welchem die Kreide liegt, finden, auf der Grenze also zwischen der Kreide und Oolithgruppe. Die Quellen im Departement des Pas de Calais, dem alten Artois, ein Brunnen zu Elboeuf an der Seine, ein solcher zu Southampton, einige Brunnen in der Nähe von Paris entspringen sämmtlich diesen Schichten. Ein artesischer Brunnen zu Dresden kommt aus den Schichten unter dem sogenannten Plänerkalk, einem zur Kreide gezählten mergeligen Kalkstein. Aber ohne Ausnahme ist diese Regel keineswegs: die artesischen Brunnen in der Nähe von London entspringen aus neueren, unmittelbar unter dem Londonthon liegenden Bildungen. v. Bruckmann erbohrte eine ziemliche Anzahl von artesischen Brunnen bei Heilbronn am Neckar im Keuper, also einer der tiefsten

Schichten der sekundären Periode. Es wird sogar berichtet, dass in Aberdeen in Schottland eine Springquelle im Granit erbohrt wurde. Wenn wir diesen letzten Fund mit Arago als einen glücklichen Zufall anzusehen haben, so scheint doch aus allem bis jetzt Bekannten hervorzugehen, dass keine Parthie in der ganzen Reihenfolge der geschichteten Gesteine von vorn herein ohne Chance für das Auffinden von Springquellen ist.

An Orten, wo man aus Erfahrung weiss, dass gewöhnliche Senkbrunnen, selbst in trockensten Jahren, nicht versiegen, ist es sehr zweckmässig, sich ihrer, wenn ihr Wasser chemisch rein genug ist, zur Papierfabrikation zu bedienen. Gegenüber den auf der Oberfläche befindlichen Wässern bieten sie gewöhnlich den Vortheil, dass ihr Wasser beim Durchdringen des Erdreichs bereits eine natürliche Filtration erfährt, und daher frei von mechanischen Verunreinigungen ist. Dies ist besonders im Sandboden der Fall, wie z. B. in den Städten Dayton in Ohio und Karlsruhe in Baden, deren Wasserwerke von Senkbrunnen gespeist werden.

Seit Niederschrift des Vorstehenden in der ersten Ausgabe d. Buches haben manche Papierfabrikanten, besonders in Holyoke, Ver. Staaten, neben dem Obergraben oder Kanal, welcher das Betriebswasser zuführt, Gruben ausgehoben, in welche das Kanalwasser dringt und auf dem Wege dahin eine natürliche Filtration erfährt.

Die Munksjö Pappersbruck in Jönköping, Schweden, entnimmt ihr Waschwasser aus 4 flachen Gruben von grosser Oberfläche, die längs dem Munksee so aus dem sandigen Boden ausgehoben sind, dass das Wasser des Sees hinein dringt und dann keiner weiteren Reinigung bedarf.

Dies geht selbstverständlich nur, wo die Bodenverhältnisse es ermöglichen und das Erdreich längs dem Kanal durchlässig genug ist, um als Filter zu wirken. Auch muss die Erfahrung stets erst zeigen, ob sich die filtrirende Erdschicht nicht allmälig verstopft und den Durchgang von Wasser verhindert.

In Berlin-Charlottenburg wird neuerdings ein Theil des zur Versorgung der Stadt erforderlichen Wassers nicht wie bisher aus versenkten Brunnenkesseln, sondern aus Rohrbrunnen gewonnen, die in der Nähe der Havel oder Spree 25 bis 60 m hinabgehen. Das aus solchen Tiefen kommende, unter einer wasserdichten Schicht angesammelte Wasser ist keimfrei und so rein, dass es nur eines Achtels der bisher erforderlichen Filterfläche zu seiner Reinigung bedarf.

**621. Erforderliche Menge.** Es ist unmöglich, die Menge des für eine Papierfabrik nöthigen Waschwassers genau zu berechnen, weil sie mit jeder Aenderung der Rohstoffe oder des Fabrikats steigt oder fällt. Wir wollen indessen eine annähernde Berechnung versuchen, welche dem Fabrikanten im Verein mit der eigenen Erfahrung genügende Anhaltspunkte zur Bestimmung der Grösse der Pumpen und Röhren bieten kann.

Bei weitem der grösste Theil des Waschwassers wird von den Waschholländern verbraucht, und wir wollen beispielsweise annehmen, dass eine Fabrik, welche täglich 1500 kg weisses Papier aus Hadern erzeugt, mit zwei Wasch- und Halbholländern von 225 kg Stoffgehalt, von $4\frac{1}{2}$ m Länge, $2\frac{1}{4}$ m Breite und 60 cm Tiefe im Lichten, versehen sei. Beide Holländer waschen zwar nicht immer zu gleicher Zeit, aber doch manchmal, und der Wasserzufluss muss für solche Fälle ausreichen. Wenn der Vorrathsbehälter so gross ist, dass er den zu mancher Zeit eintretenden Minderbedarf aufnehmen kann, darf die ihm zugeführte Wassermenge knapper gehalten werden, als wenn er so klein ist, dass der Ueberschuss keinen Platz findet und abfliessen muss. Die Wascher müssen mit so viel Wasser gespeist werden, als sie auszuwaschen im Stande sind. In den meisten Fällen genügt dazu ein Strom, welcher im Stande ist, einen Trog von beschriebener Grösse in 15 bis 20 Minuten zu füllen. Da einer der Holländer, welche wir als Beispiel gewählt haben, mindestens 4 cbm, d. i. 4000 l Wasser (Vergl. Seiten 136, 253 und 1707) fasst, so brauchen beide $2 \times 4000 = 8000$ l in etwa 16 Minuten oder 500 l in einer Minute.

Die Gesammtmenge des beim Kochen, Ganzmahlen und auf der Papiermaschine verbrauchten Wassers lässt sich schwer bestimmen, doch ist sie selten so gross wie die den Waschholländern zugeführte Menge. Wir gehen desshalb ziemlich sicher, wenn wir die berechnete, zum Waschen erforderliche Menge doppelt nehmen, also das gesammte Erforderniss auf $2 \times 500 = 1000$ l in der Minute beziffern. Da man jedoch auch für aussergewöhnlichen Bedarf vorgesehen sein muss, und vielleicht Wasser durch die Pumpe, Behälter und Röhren verloren geht, ist es jedenfalls

zweckmässig, die Pumpe so anzuordnen, dass sie 30 bis 50 pCt. mehr als die berechnete Menge, also 1300 bis 1500 l in der Minute liefern kann. Für Fabriken mit vielen kleinen Holländern reichen solche Wassermengen vielleicht nicht einmal aus, dagegen können sie um so kleiner genommen werden, je mehr geschliffenes Holz und andere Ersatzstoffe zur Verarbeitung kommen.

Um beispielsweise die Kraft zu berechnen, welche zur Förderung von 1000 l in der Minute nöthig ist, wollen wir annehmen, das Wasser werde von einem Brunnen geliefert, worin es 5 m unter der Erdoberfläche steht und es werde in einen Behälter gepumpt, dessen Wasseroberfläche sich 10 m über der Erdoberfläche befindet. Die Kraft, welche erforderlich ist, um 1000 l = 1000 kg Wasser 15 m hoch zu heben, ist gleich der, welche man zum Heben von 15000 kg auf einen Meter in der Minute oder zum Heben von $^{15000}/_{60} = 250$ kg in einer Sekunde braucht. Da man mit einer Pferdekraft 75 kg in jeder Sekunde einen Meter hoch hebt, so braucht man zum Heben unserer 1000 kg auf 15 m in der Minute $^{250}/_{75} = 3^1/_3$ wirkliche Pferdestärken.

Vorstehende in der ersten Ausgabe dieses Buches angestellte Berechnung ist seitdem durch die Erfahrung verschiedener Fabrikanten als richtig bestätigt worden. Man geht daher ziemlich sicher, wenn man den Bedarf einer Lumpen-Feinpapierfabrik auf soviel minutliche Liter annimmt, wie Kilo Papier in 24 Stunden erzeugt werden. Beispielsweise wären als zur Herstellung von 10 000 kg Feinpapier aus Lumpen in 24 Stunden 10 000 l Betriebswasser in der Minute erforderlich, d. h. 1440 l für jedes kg Papier. Diese Menge vermindert sich mit jeder Verminderung der Feinheit oder Güte des Papiers und mag bei Verwendung fertiger Ersatzstoffe und für manche Packpapiere und Pappen auf weniger als ein Zehntel hiervon herabgehen. Nach der Seite 1612 mitgetheilten Erfahrung braucht eine Sulfitstoff-Fabrik, die bis 20 000 kg Zellstoff in 24 Stunden liefert und auf einer Papiermaschine Zellstoff-Packpapier anfertigt, nur 4000 l in der Minute.

**622. Vorrathsbehälter und Pumpen.** Wenn sich in unmittelbarer Nähe der Fabrik eine Anhöhe befindet, von welcher das Waschwasser direkt in alle wasserbedürftigen Räume der Fabrik fliessen könnte, so sollte man dort einen Sammelbehälter anbringen. In manchen Fällen wird es möglich sein, das einer Quelle oder einem Bache entnommene Waschwasser unmittelbar hinein fliessen zu lassen, in anderen wird man es mit Druckpumpen hinauf befördern müssen. In jedem Falle ist es zweckmässig, den gewöhnlich aus Erde gebauten Sammelbehälter gross anzulegen, damit er im Stande ist, bei etwaiger Störung des Betriebs der Pumpe und überhaupt bei Unterbrechung des Zuflusses die Fabrik lange mit Wasser zu versehen und den mechanischen Verunreinigungen Zeit zur Ablagerung zu geben.

Liegt die Fabrik in einer Ebene, so muss in dem Gebäude selbst oder in einem besonderen Wasserthurm ein möglichst grosser Behälter aufgestellt werden, von welchem die Vertheilungsröhren auslaufen. Solche Behälter sollten stets aus Eisen genommen werden, da den hölzernen gegenüber ihr höherer Ankaufspreis durch die grössere Dauer mehr als ausgeglichen wird, und weil das zeitweilige Rinnen hölzerner Kasten oder Bottiche viele Mühe und Arbeit verursacht. Ein guter Mennige-Anstrich bewahrt das Eisen gegen Rost. Man vergesse aber bei Anlage solcher Behälter nicht, dass sie, selbst bei mässigem Umfange, in gefülltem Zustande durch ihr grosses Gewicht bedeutenden Druck ausüben und guter Fundamente bedürfen.

Werden Kolbenpumpen zum Fördern von Waschwasser benutzt, so sollte man ihnen keine sehr grosse Geschwindigkeit ertheilen, da sie nur gut arbeiten, wenn ihren Ventilen genügende Zeit zum Oeffnen und Schliessen gelassen wird.

Drehpumpen (rotirende Pumpen) arbeiten meistens ohne Ventile und laufen rasch; ihre Geschwindigkeit und damit auch die geförderte Wassermenge, kann beliebig vermehrt oder vermindert werden; sie nehmen wenig Raum ein, werden unmittelbar mit Riemen getrieben, sind leicht aufstellbar und erfordern wenig Bedienung. Da sie meistens besser drücken als saugen, sollte man sie so tief als möglich aufstellen und, wo es angeht, das Wasser direkt hinein fliessen lassen. Als Druckpumpen sind sie so vorzüglich, dass einige Arten mit Vortheil als Dampffeuerspritzen verwendet werden. Holzstücke, Hadern und andere feste Stoffe, welche sich zufällig im Wasser befinden, gehen ohne Schwierigkeit durch eine Drehpumpe, während sie eine Kolbenpumpe verstopfen und vielleicht beschädigen. Als der Verfasser eines Tages eine Abnahme der Wasserförderung bemerkte, fand er bei näherer Untersuchung in dem Wasserbehälter den Kopf und zahlreiche andere Körpertheile einer, etwa 12 cm breiten Schildkröte, die offenbar in das Saugrohr gekrochen war, von der *Holly*'schen Drehpumpe etwa 3 m in die Höhe gesaugt und zermalmt wurde.

Die Saugfähigkeit jeder Pumpe, d. h. die Höhe der Wassersäule, welche in dem Saugrohr an ihr hängt, ist durch den Druck der Atmosphäre begrenzt (s. Abschnitt 151). Der Luftdruck hält bei gewöhnlichem Barometerstand einer Wassersäule von 10 m Höhe das Gleichgewicht, und bis zu dieser Höhe kann eine Pumpe saugen, deren Kolben absolut luftdichten Verschluss nach oben herstellt. Der Luftabschluss ist jedoch nie vollkommen, seine grössere oder geringere Unvollkommenheit vermindert die Saugfähigkeit in demselben Verhältniss, und deshalb schon erscheint es rathsam, auf eine viel geringere Saughöhe als 10 m zu rechnen. Wenn das Saugrohr nicht ganz dicht ist, und durch eine noch so kleine Oeffnung Luft eintritt, so nimmt sie die Stelle von ebenso viel Wasser ein, so dass bei genügender Oeffnung nur Luft anstatt Wasser gepumpt wird. Solche Oeffnungen mögen durch ein Sandkorn im Guss oder durch Lösung einer Verbindung entstehen und sind häufig so klein, dass sie sich der Beobachtung mit blossem Auge entziehen. Man findet sie dann am leichtesten, wenn man die Pumpe in Gang setzt und ein brennendes Licht an alle verdächtigen Stellen hält; die durch die Oeffnung einströmende Luft wird die Richtung der Flamme ändern, sobald sie in ihre Nähe kommt. Um diese Schwierigkeiten zu vermeiden, sollte man den Pumpen nicht nur keine starke Saugung zumuthen, sondern auch die Saugröhren möglichst kurz halten.

In einigen amerikanischen Fabriken bedient man sich zum Heben von Wasser auf mässige Höhen eines Paternosterwerks, welches aus einem mit eisernen oder kupfernen Eimern besetzten starken Kautschukriemen besteht. Das Werk wird von der oberen Welle aus getrieben, der Riemen lauft auf eisernen mit Flanschen versehenen Scheiben und durch zwei dicht anschliessende hölzerne Kanäle, die Eimer füllen sich, während sie über die im Wasser befindliche untere Scheibe laufen und leeren auf der obern Scheibe (wie beim Schöpfrad) in eine Rinne aus, welche zu dem Vorrathsbehälter führt. Die einfache Einrichtung kann jedoch nur angewandt werden, wo Wasser auf geringe Höhen zu heben ist, z. B. zum Fördern aus einem durch die Fabrik laufenden Bache in den Holländersaal. Durch solche Benützung des rohen Wassers, so lange es klar und rein ist, kann in vielen Fällen die Pumpe und der Sammelbehälter entlastet und Kraft erspart werden.

**623. Reinigung der Abwasser.** Die rasche Vermehrung der gewerblichen Anlagen hat wachsende Verunreinigung der öffentlichen Wasserläufe zur Folge. Wenn auch die Fabriken zuerst mit Freude von der umgebenden Bevölkerung begrüsst werden, weil sie Arbeit, Verdienst und Verkehr bringen, so werden doch Beschwerden erhoben, sobald sich die Schattenseiten zeigen, sobald diejenigen, welche das von den neuen Anlagen benutzte Wasser brauchen, dessen Verunreinigung empfinden. Je dichter die Bevölkerung, je mehr Fabriken an einem Wasserlauf liegen, desto lauter werden die Klagen und führen früher oder später zu gesetzgeberischen und anderen Maassnahmen. In Grossbritannien sind die Fabriken, wie Seite 1628 erwähnt, durch Gesetz zur Reinigung ihrer Abwasser gezwungen. In den anderen europäischen Staaten werden die Vorschriften im Verhältniss zum Wachsthum der Industrie verschärft, und es empfiehlt sich daher, dass die Fabrikanten auch in wenig industriell entwickelten Ländern mit der Nothwendigkeit zukünftiger Reinigung ihrer Abwasser rechnen.

Auf Seiten 1622 bis 1628 sind die Mittel angeführt, welche zur Reinigung der Sulfit-Ablaugen dienen, und da diese zu den schädlichsten gehören, so kann das dort Gesagte für alle Papier- und Stoff-Fabriken gelten.

In Fabriken, welche vorwiegend Hadern verarbeiten, führen die Abwasser weniger organische Stoffe als in solchen, die ihre Fasern aus Rohpflanzen wie Holz, Stroh und dergl. gewinnen, weil versponnene Leinen- und Baumwollfasern frei von Inkrusten sind. In den meisten Lumpenpapier-Fabriken gelangt in die Abwasser auch die zum Bleichen benutzte saure Flüssigkeit, welche einen Theil der aus anderen Quellen stammenden Alkalien neutralisirt und die Schädlichkeit der Abwasser vermindert.

Es empfiehlt sich in den meisten Fällen, aus dem Abwasser vor jeder weitern Reinigung die brauchbaren Fasern zu gewinnen. Dies geschieht häufig dadurch,

dass man das Wasser durch Tröge und Gruben, über Schützen und durch terrassenförmig angeordnete Siebe gehen lässt, wo sich dieselben ablagern.

Herr Eugen Füllner erhielt 1892 das Deutsche Patent 73130 auf einen Stofffang, welcher sich seitdem bei vielen von H. Füllner in Warmbrunn, Schlesien gelieferten Ausführungen bewährt hat. Eine derselben ist in Figg. 1716 und 1717 in Grund- und Aufriss in 1:100 der wahren Grösse dargestellt.

Das Abwasser wird durch die Einlaufrinnen $a^1$ in den am obern Rand des eisernen Trichters *A* sitzenden ringförmigen Kanal *a* geleitet und fliesst durch zahlreiche im Boden dieses Ringkanals angebrachte Löcher auf die innere Wand des Trichters *A*. An dieser läuft es nach unten, wo in dem engsten Theil *b* alle Ströme zusammenkommen und die festen Bestandtheile, Fasern, mineralische Stoffe usw. ausscheiden. Die davon befreite Flüssigkeit steigt in der Richtung der Pfeile in der Mitte nach oben und fliesst durch den Auslass *c* ab. Der von oben eingesetzte Ablenkungsring *d* soll dazu dienen, dass der ringsum zufliessende und der in der Mitte abfliessende Strom nicht zusammen kommen. Die in der Spitze *b* des Trichters abgelagerten Stoffe fliessen durch das seitliche Rohr *f* ab. Dieser Abfluss erfolgt ununterbrochen, indem die Ablagerungen durch Rohr *f* in die Cylinder-Pappenmaschine *M* fliessen und von dieser als dicke Pappbahn abgenommen werden. Ein Hahn *g* am unteren Ende des Trichters ermöglicht dessen vollständige Entleerung. Am oberen Rand des Trichters sind gegenüberliegende Einschnitte $c^1$ $c^1$ und $c^2$ $c^2$ vorgesehen, die anstatt $a^1$ *c* benützt werden können, wenn die Lage der Maschinen und Röhren dies zweckmässig erscheinen lässt.

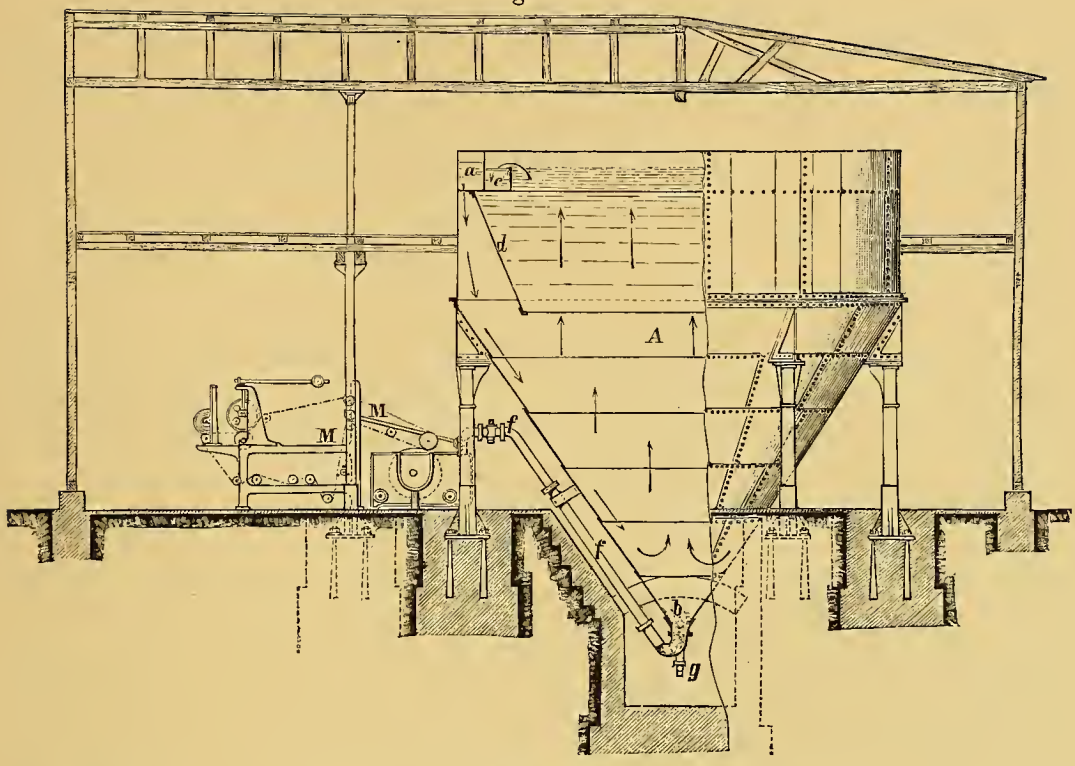
Bauart und Wirkung dieses Stofffangs sind denen des Seite 1564 beschriebenen Cyclons ähnlich.

Ein Stofffang der beschriebenen Art von 6 m oberem Durchmesser und 6 m Höhe in der Gebr. Dietrich'schen Papierfabrik zu Weissenfels a. Saale, dem in der Minute 2000—2700 l Abwasser zufliessen, speist die anstossende Pappmaschine *M* mit einem vollen aus dem zweizölligen Rohr *f* kommenden Pappstrom. Der von der Maschine kommende graubläuliche Stoff enthält Holzschliff-, Stroh- und Zellstoff-Fasern und ergab bei einer Aschenprobe 30 Procent mineralische Rückstände. Derselbe dient zur Herstellung von Packpapier, Pappen u. drgl.

Die Einrichtung hat den Vorzug, dass sie beinahe kostenlos die noch verwerthbaren Theile aus dem Abwasser entfernt, ohne dessen weitere Reinigung zu behindern.

In Fällen, wo man gezwungen ist, die Abwasser gründlich zu reinigen, muss man sie in ähnlicher Weise behandeln wie die Fabrikationswasser, und es ist schon Seite 1628 erwähnt, dass grössere englische Fabriken ihre Abwasser von oben nach unten durch Kiesfilter gehen lassen. Dieselben nehmen den obenauf abgelagerten Schmutz ab und verwerthen denselben als Dünger. Es ist auch vorgeschlagen, dem Abwasser schwefelsaure Thonerde-Lösung und Kalkwasser zuzusetzen, um damit die Seiten 1722/23 beschriebene Wirkung zu erzielen. Die nach wenig Stunden in den Gruben abgelagerten Stoffe geben beim Trocknen ihre 75 Procent Wasser bis auf 20 Procent ab. Durch Auspumpen des Rückstandes auf einen aus Torfmull gebildeten Haufen, auf welchem das Wasser rasch abläuft, wird demselben eine Form gegeben, in welcher er sich leicht fortschaffen lässt. Auf Wiesen war solcher Dünger recht wirksam, ist jedoch für Transport auf grosse Entfernung nicht werthvoll genug.

Fig. 1716.



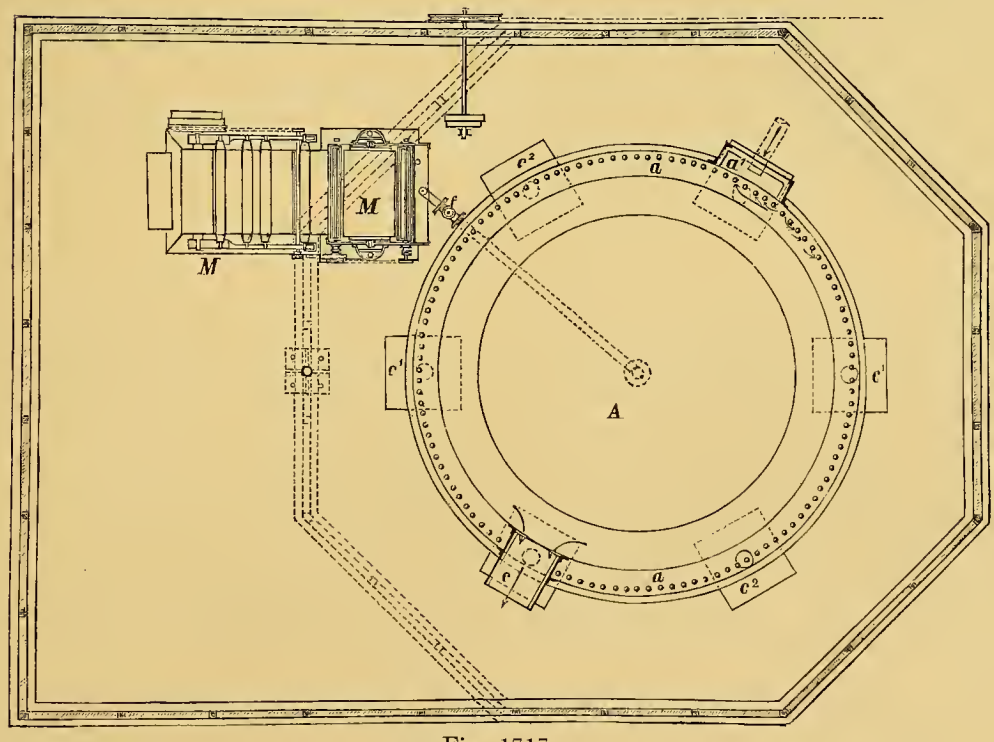




Fig. 1717.

# THEIL II.

## WASSERKRAFT.

**624. Messen von Wasserkraft.** Wenn ein fliessendes Wasser mehr Fall hat, als es zur Ueberwindung der Reibung im Flussbette braucht, kann man den Ueberschuss für gewerbliche Zwecke nutzbar machen, indem man das Wasser hinter einem Wehr aufstaut, es durch einen Seitenkanal, den Obergraben, oder durch Röhren auf ein Wasserrad und durch den Untergraben in das natürliche Bett zurückführt.

Die Wirkungsgrösse des Falls einer Wassermasse ist, wie die des Falles irgend eines andern Körpers, gleich ihrem Gewicht multiplizirt mit ihrer Fallhöhe. Um die natürliche Kraft einer bestimmten Länge eines Wasserlaufs zu ermitteln, muss man den Höhenunterschied des Wasserstandes an beiden Enden messen sowie die Wassermenge, welche in jeder Sekunde durchfliesst. Mit einem Nivellirinstrument findet man die Fallhöhe leicht, die Bestimmung der Wassermenge dagegen ist viel schwieriger. Man erhält sie in Kubikmetern, wenn man die Anzahl der in einem Querschnitt enthaltenen Quadratmeter mit der Anzahl Meter multiplizirt, welche das Wasser in diesem Querschnitt in einer Sekunde durchläuft. Zur Messung der Geschwindigkeit und des Querschnittes wählt man einen möglichst gleichförmigen, geraden Theil des Flusses, am besten einen Mühlgraben, wenn ein solcher vorhanden ist. An wenigstens drei Stellen des erwählten Flusstheils werden Querschnitte gemessen, aus denen man dann das Mittel zieht. Hat man keinen Wassergeschwindigkeits-Messer, so wirft man am oberen Ende des gemessenen Theiles ein Stück leichtes Holz ins Wasser und beobachtet, in wie vielen Sekunden es am andern Ende ankommt. Die Anzahl der in einer Sekunde zurückgelegten Meter ist die Geschwindigkeit und diese, mit dem Querschnitt multiplizirt, giebt die Wassermenge.

Da die Strömung des Wassers längs der Seiten und auf dem Boden durch Reibung Verzögerung erleidet, so erhält man durch Messung der Geschwindigkeit an der Oberfläche mehr als die der ganzen Wassermasse. Wenn wir die gefundene Geschwindigkeit des Holzes V und die wirkliche (mittlere) Geschwindigkeit der ganzen Wassermasse v nennen, so berechnet sich die letztere nach der Prony'schen Formel:

$$v = V \frac{7{,}71 + V}{10{,}25 + V}$$

Für einen Bach von 6 m mittlerer Breite, 1 m mittlerer Tiefe und 0,3 m Oberflächen-Geschwindigkeit findet man hiernach eine wirkliche Geschwindigkeit von $0{,}3 \frac{7{,}71 + 0{,}3}{10{,}25 + 0{,}3} = 0{,}228$ m und eine durchfliessende Wassermenge von $6 \times 1 \times 0{,}228 = 1{,}368$ cbm $= 1368$ kg in der Sekunde. Wenn das verfügbare Gefälle 5 m beträgt, so ist die natürliche Wasserkraft gleich dem Fall von $5 \times 1368 = 6930$ kg durch 1 m Höhe in der Sekunde, oder da der Fall von 75 kg. durch 1 m in 1 Sekunde einer Pferdestärke entspricht, gleich $\frac{6930}{75} = 92{,}4$ Pferdestärken.

Für flüchtige Berechnung soll es nach Gerstner genügen, wenn man die mittlere Geschwindigkeit des Wasserlaufs zu 0,83 von der gefundenen Oberflächen-Geschwindigkeit nimmt.

**625. Ausnützung der Wasserkraft.** Vorstehendes ist der ersten Ausgabe dieses Buches entnommen, dagegen sind die dortigen Angaben über den Bau der Wehre weggelassen, weil dieser von örtlichen, an dem Wasserlauf selbst gemachten Erfahrungen und den vorhandenen zum Bau geeigneten Steinen oder Hölzern abhängt.

Bei hohem Gefälle und engem Flusslauf muss das Wehr äusserst fest sein, um dem Anprall grosser Wassermassen zu widerstehen, bedarf also, obwohl es

keinen grossen Raum einnimmt, häufig kostspieliger Fundamente, Widerlager und Bauart. Bei geringem Gefälle und grosser Wassermenge erhalten die Wehre meist grosse Länge, bedürfen aber nur geringer Höhe und haben weniger auszuhalten, da sich die Hochwasser über grosse Flächen vertheilen. Sie lassen sich deshalb im Fall einer Zerstörung trotz der grossen Länge häufig billiger wieder herstellen als die Wehre reissender Bergströme.

Die Nothwendigkeit örtlicher Erfahrung wird durch die Geschichte des etwa 300 m langen Wehres, welches den Connecticut bei Holyoke in Massachussetts 8,5 m aufstaut, deutlich erwiesen. Das erste von der Wasserkraft-Gesellschaft dort errichtete Wehr wurde spurlos weggefegt, sobald sich das Wasser dahinter sammelte. Das zweite, in den 60er Jahren gebaute, steht heute (1896) noch, doch hat man für gut gefunden, ein neues, noch stärkeres vor dasselbe zu bauen, um es entbehrlich zu machen, ehe es weggespült wird.

In Niagara Falls, Schaffhausen und an manchen Fällen Norwegens wird das obere Wasser durch Tunnels und in Felsen gesprengte Kanäle zu den Turbinen und von diesen in den Unterlauf geführt.

Oberschlächtige Wasserräder, die bei Gefällen von 5 bis 10 m keine Bau-Schwierigkeiten verursachen und ungefähr dieselbe Nutzwirkung wie gute Turbinen ergeben, wurden vor 20 Jahren noch vielfach gebaut, sind aber auch durch letztere verdrängt, weil sie zuviel Raum einnehmen und ihres langsamen Ganges wegen mehrerer Zahnräder zur Kraftübertragung bedürfen. Der Bau von Turbinen ist jetzt so weit vorgeschritten, dass man für jede Wassermenge und Gefällhöhe geeignete findet und sie auf waagrechte oder senkrechte Welle setzen, also vielfach Zahnräder ersparen kann. Die Mannigfaltigkeit ist jedoch so gross, dass an dieser Stelle auf näheres Eingehen verzichtet werden muss.

# THEIL III.

## DAMPFKESSEL UND -MASCHINEN.

**626. Heizfläche.** Die von Kohlen auf dem Roste entwickelten Verbrennungsgase haben nach *Redtenbacher* eine Temperatur von 2350° C. wenn die kleinste Luftmenge zugeführt wird, bei welcher noch vollständige Verbrennung stattfindet. Die Temperatur beträgt jedoch nur 1204°, wenn man doppelt soviel Luft zulässt. Die Verbrennung auf dem Roste geht nie mit solcher Vollkommenheit vor sich, dass man mit der kleinsten Luftmenge auskommen könnte, und die von Praktikern angenommene Temperatur von etwa 1200° über dem Roste wird daher auf die meisten Fälle passen. Damit der Schornstein gut zieht, müssen die Gase mit einer Temperatur hineintreten, welche um etwa 300° C. höher ist als die der äusseren Luft. Es bleibt somit nur eine Wärmemenge zur Entwicklung von Dampf verfügbar, welche etwa 1000° entspricht, und der Kessel muss so gebaut werden, dass er diese Wärme möglichst vollständig aufnimmt.

Da Wärme um so rascher von einem Körper zum andern übergeht, je grösser ihr Temperaturunterschied ist, so erscheint es geboten, die Verbrennungsgase in solcher Weise längs dem Kessel hinzuführen, dass dieser Unterschied überall so gross wie möglich werde. Dies geschieht am besten durch einen Gegenstrom, d. h. dadurch, dass man die schon ziemlich abgekühlten Gase unmittelbar vor ihrem Eintritt in den Schornstein mit dem frisch in den Kessel gepumpten Speisewasser und unmittelbar über dem Feuerherd mit dem heissesten Theil des Kessels in Berührung bringt.

Die Theile des Kessels, deren innere Seite mit Wasser bedeckt und deren äussere Seite von den heissen Gasen bestrichen wird, bilden die Heizfläche. Die Leistungsfähigkeit der Dampfkessel hängt daher, bei sonst gleichen Verhältnissen, unmittelbar von der Grösse ihrer Heizflächen ab. Unter einer Pferdekraft versteht man bei Dampfkesseln die Heizfläche, welche bei regelmässigem Betrieb Dampf genug zur Erzeugung einer Pferdekraft in einer Dampfmaschine liefert. Die Bezeichnung der Fähigkeit eines Dampfkessels nach Pferdekräften ist daher sehr ungenau, wenn nicht die einer Pferdekraft entsprechende Heizfläche festgestellt ist. Gewöhnlich nimmt man $1^1/_2$ (für Röhrenkessel u. dgl. erheblich weniger) Quadratmeter dafür an.

Bei Berechnung der Heizfläche ist zu berücksichtigen, dass der untere, beinahe waagerechte Theil innerer Rauchröhren viel weniger leistet als die Seiten und der obere Theil, weil sich Blasen daran setzen, welche nur sehr schwierig entweichen können. Ihre wirksame Heizfläche beträgt deshalb gewöhnlich nur $^3/_4$ bis $^5/_6$ ihrer gesammten Heizfläche.

**627. Verbrennung, Luftzuführung, Heizung.** Die nutzbaren Theile der Brennstoffe bestehen aus Kohlenstoff, welcher zu Kohle verdichtet ist, aus Verbindungen von Wasserstoff und Kohlenstoff in Form von Gas, Oel oder Theer und aus kohlenstoffhaltigen Pflanzentheilen. Die Verbrennung besteht darin, dass sich der Kohlenstoff und Wasserstoff mit dem Sauerstoff der Luft zu Kohlensäure ($CO_2$) und Wasser ($H_2O$) verbinden, wobei eine bedeutende Menge Wärme frei wird.

Wenn der aus den Brennstoffen entwickelte Kohlenstoff durch kalte Luft oder auf andere Weise unter die zu seiner Verbrennung nöthige Temperatur abgekühlt wird, bildet er, so lange er von den Gasen getragen ist, Rauch und wenn er sich absetzt, Russ. Wenn aber der freigesetzte Kohlenstoff auf die zu seiner Verbrennung nöthige Temperatur erhitzt und ihm in genügender Menge Sauerstoff zugeführt wird, so verbrennt er inmitten der unverbrennlichen Gase mit rother, gelber oder weisser Flamme. Muss man das Heizen wegen allzu kleiner Heizfläche übereilen, so wird die Verbrennung unvollkommen, und es geht Brennstoff verloren. In manchen Fabriken sind die auf solche Weise erlittenen Verluste so gross, dass der durch zu kleine Kessel in einem Jahr hervorgerufene Mehraufwand zur Anschaffung grösserer Kessel ausreichen würde.

Erfahrung und Rechnung haben gezeigt, dass man 24 kg Luft braucht, um so viel Sauerstoff zu erhalten, als zur Verbrennung eines kg Kohle und zu genügender Verdünnung der Gase nöthig ist.

Der grosse Luftbedarf von 24 kg = 31 Kubikmeter auf 1 kg Kohle kann ohne künstliche Mittel nicht in die brennende Masse gebracht werden, und als solche dienen Kamine und Bläser (Ventilatoren).

Die im Kamin aufsteigenden Gase sind durch Hitze ausgedehnt, folglich auch leichter als die umgebende Atmosphäre, und der dadurch entstehende Zug entspricht dem Gewichtsunterschied der inneren und einer gleich grossen äusseren Luftsäule. Die Leistungsfähigkeit eines Kamins hängt deshalb wesentlich von der Höhe seiner Krone über dem Roste ab. Zur Berechnung dieser Höhe sind zwar Formeln aufgestellt worden, man folgt jedoch besser der Ortserfahrung und baut den Kamin hoch genug, um nicht nur gegenwärtigen, sondern auch zukünftigen gesteigerten Anforderungen zu genügen. Die Kohlentheilchen, welche in der Form von Rauch entweichen, finden häufig ihren Weg ins Papier, wenn der Kamin nicht so hoch ist, dass sie von der Luftströmung weit fortgeführt werden, ehe sie niederfallen.

Nach gewöhnlicher Handwerksregel nimmt man die Höhe eines Kamins 25 mal so gross als seine Weite im Lichten und giebt ihm einen inneren Querschnitt, welcher $^1/_6$ der Rostfläche oder der von den Feuerzügen gebotenen Durchgangsöffnung gleich kommt. Die meisten Schornsteine werden in Europa so gebaut, dass sie möglichst fest stehen, also von unten nach oben immer kleineren Querschnitt erhalten. In vielen Fällen verengen sich dieselben von unten nach oben, in anderen macht man sie durchweg gleich weit. In Amerika sind Tausende von Kaminen gebaut worden, welche sich von unten nach oben erweitern und trotz ihrer geringen Höhe vortrefflich ziehen. Nach ihrem Vorbild sind auch in Europa Kamine ausgeführt worden, welche sich gut bewähren. Bei solchen Kaminen sind die äusseren Wände gewöhnlich senkrecht, während dem Inneren durch doppelte Wände eine ungefähre Trichterform gegeben wird. Die äusseren Mauern beginnen häufig am Boden mit einer Backsteinlänge (9 Zoll) und laufen an der Krone mit der Stärke einer halben Backsteinlänge ($4^1/_2$ Zoll) aus. Die inneren doppelten Wände erhalten nur die Stärke einer halben Backsteinlänge, sie stehen von den Aussenwänden um etwa $4^1/_2$ Zoll ab, sind aber mit ihnen durch einzelne durchgehende Steine verbunden. Sie reichen bis höchstens zur halben Höhe, werden dort abgebrochen, und stellen damit eine, allerdings plötzliche, erhebliche Erweiterung her. Die angegebenen schwachen Mauern bieten hinreichende Stärke, da die äusseren Hauptwände von den doppelten inneren Wänden gegen den Einfluss der heissen Gase geschützt sind.

Kamine müssen felsenfeste, freiliegende, von denen anderer Gebäude getrennte Fundamente haben, da sie durch geringe einseitige Senkung zu Fall gebracht werden können. Um die Aschen herausnehmen zu können, welche sich auf dem Boden sammeln, muss der Kamin mit einer eisernen Thüre oder mit einem (vermauerten) gewölbten Zugang versehen sein.

Bei backenden Kohlen empfiehlt es sich, den Zug des Kamins durch Einblasen von Luft zu unterstützen. Zu diesem Zweck schliesst man alle Zugänge zu der unteren Seite des Rostes und versieht eine der Seitenwände des Aschenfalles mit einem kleinen Ventilator, welcher die Luft gewaltsam hineinjagt. Der Ventilator kann auch anderwärts aufgestellt sein, und die Luft durch ein Rohr einführen; in Amerika verwendet man auch ein turbinenartiges Windrädchen, welches von einem direkt darauf spielenden Dampfstrahl getrieben wird, also keine Transmission braucht. Durch solches Einblasen von Luft ist es gelungen, grosse Kessel ausschliesslich mit Kohlenstaub zu heizen.

Rauch besteht aus unverbrannter Kohle, er entsteht hauptsächlich, wenn die Feuerthüren geöffnet und frische Kohlen aufgeworfen werden. Durch die eintretende kalte Luft wird die Temperatur der Verbrennungsgase so weit vermindert, dass viele Kohlentheilchen unzersetzt mitgerissen werden. Um diese Rauchbildung einigermaassen zu verhüten, trennt man den Rost durch eine mittlere Längswand aus feuerfesten Steinen in zwei gleiche Theile, deren jeder mit einer Feuerthüre versehen ist. Während die Gluth in einer Abtheilung am höchsten ist, wirft man in der andern Kohle auf und bewirkt durch solch abwechselndes Einwerfen, dass die aus einer Abtheilung fortgetragenen Kohlentheilchen von den heissen Gasen der anderen verbrannt werden. Auch die Kessel werden auf diese Weise mehr geschont, weil die Gasgemenge keine sehr schroffen Temperaturwechsel erleiden.

Viele Heizer benetzen die Kohlen mit Wasser, in der Absicht die Verbrennung dadurch zu befördern. Anstatt ihr aber zu nützen, gereicht ihr die Zugabe von Wasser zum Nachtheil, da es auf Kosten des Brennmaterials verdampft werden muss.

Einen weit grösseren Einfluss als die scharfsinnigsten künstlichen Rosteinrichtungen haben die Heizer auf den Brennstoffverbrauch und die Leistung der Dampfkessel. Vor einigen Jahren wurde in Mühlhausen, Elsass, eine Preisheizprobe unternommen, zu der sich 44 Heizer meldeten. Von diesen 44 wurden die besten 18 ausgewählt und jedem derselben der gleiche Dampfkessel zu 10stündiger Heizung mit gleichem Brennstoff, unter ganz gleichen Verhältnissen, übergeben. Obwohl sämmtliche Bewerber als tüchtige, erfahrene Heizer galten, fand sich, dass der beste von ihnen mit derselben Kohlenmenge beinahe doppelt so viel Wasser verdampfte, als der schlechteste. Die Fabrikanten werden daher ihren Vortheil dabei finden, wenn sie das Interesse des Heizers dadurch mit dem ihrigen verknüpfen, dass sie ihm für jeden Centner Kohle, welchen er bei bestimmter Papiererzeugung weniger verbraucht als den erfahrungsgemässen Durchschnittssatz, eine gewisse, mit der Grösse der Ersparniss steigende, Vergütung gewähren.

**628. Speisewasser.** Wenn man das in den Kessel gepumpte Wasser vorher so weit als möglich erhitzt, erzielt man nicht nur bedeutende Brennstoffersparniss, sondern vermeidet auch das schädliche Abschrecken der Kesselbleche durch kaltes Wasser. Man sollte sämmtliches, in Röhren und in den Trockencylindern gebildete Kondenswasser in den Behälter leiten, aus welchem das Speisewasser entnommen wird und ihm, falls es zu heiss ist, um gepumpt werden zu können, dort etwas kaltes Wasser zutheilen. Hat man abgehenden, von Dampfmaschinen und anderen Quellen herrührenden Dampf, so verwendet man ihn, falls er nicht zum Kochen von altem Papier, Hadern oder Lauge bestimmt ist, am besten in einem Vorwärmer, der zwischen der Speisepumpe und dem Kessel eingeschaltet ist und das nur mässig warme Speisewasser häufig bis auf Siedhitze bringt. Die überschüssige Wärme abgehender Verbrennungsgase wird in sehr zweckmässiger Weise durch Vorwärmer benützt, welche man zwischen Kessel und Kamin in einem dazu gebauten Feuerzeug aufstellt.

Wenn das Speisewasser mineralische Stoffe enthält, bleiben diese beim Verdampfen zurück und bilden den so lästigen und gefährlichen Kesselstein. Schwefelsaurer und kohlensaurer Kalk bilden, wie schon in Abschnitt 619 erläutert, den Haupttheil aller solcher chemischen Verunreinigungen, und ihre theilweise Ausscheidung kann durch die an gleicher Stelle angegebenen Mittel bewirkt werden. Die Beseitigung des Kesselsteins ist jedoch zu wichtig, als dass man sich mit ihrer theilweisen Ausscheidung begnügen könnte, sie müssen entweder vollständig entfernt, oder in leicht lösliche Verbindungen übergeführt werden. In einer englischen Papierfabrik wird der kohlensaure Kalk des harten Speisewassers schon seit 20 Jahren durch Zutheilung von Salmiak unschädlich gemacht. Ein feiner Strahl sehr verdünnter Salmiaklösung wird mit einer ganz kleinen Pumpe in das Druckrohr der Speisepumpe gepresst und dadurch gründlich mit dem Wasser vermischt. Die Chlorwasserstoffsäure des Salmiaks verbindet sich mit dem Calciumoxyd des kohlensauren Kalks zu Chlorcalcium, während aus dem Ammoniak und der Kohlensäure kohlensaures Ammoniak entsteht — Stoffe, welche sehr leicht löslich sind

und desshalb keinen Kesselstein bilden. Die grosse Verdünnung des Salmiaks und die Kleinheit des eingespritzten Strahls lässt sich daraus ermessen, dass ein Pfund Salmiak zur Speisung eines zwanzigpferdigen Kessels eine Woche lang reicht. Dies Mittel wird in den meisten Fällen genügen, da man es gewöhnlich hauptsächlich mit kohlensaurem Kalk zu thun hat.

Wo schwefelsaurer Kalk den Hauptbestandtheil des Kesselsteins bildet, kann man sich des folgenden, in vielen Fabriken eingeführten, rationellen Verfahrens bedienen. Man lässt das Speisewasser vor seiner Verwendung in einen eisernen Behälter fliessen, worin man durch Zusatz von Kalkmilch den kohlensauren Kalk ausfällt (vergl. Abschnitt 619) und nachher mittels Zusatz von Chlorbaryum den schwefelsauern Kalk zersetzt. Die Schwefelsäure bildet mit dem Baryt unlöslichem schwefelsauern Baryt, welcher sich absetzt, indess sich die andern beiden Gesellschafter zu leicht löslichem Chlorcalcium vereinen. Hat man mehrere Behälter, deren Wasser abwechselnd auf diese Weise behandelt wird, so kann man die Kessel fortwährend mit weichem Wasser versehen.

**629. Kohlenverbrauch.** In den best angelegten amerikanischen Papierfabriken, welche weisse Papiere aus Hadern erzeugen und die vollauf mit Wasserkraft versehen sind, wird $^3/_4$ bis 1 Pfund gute Steinkohle auf 1 Pfund fabrizirtes Papier verbraucht.

Vorstehende der ersten Ausgabe entnommene Angabe über den Kohlenverbrauch ist seitdem von europäischen Papierfabrikanten bestätigt worden. Man kann hiernach als rohe Grundlage von Berechnungen annehmen, dass — abgesehen von der Triebkraft — ein Kilo Steinkohle auf jedes Kilo weissen aus Hadern erzeugten Papiers nöthig ist.

Wenn die Triebkraft durch Dampf erzeugt wird, so muss man für diese gleichfalls etwa 1 kg guter Steinkohle auf jedes kg erzeugten Papiers rechnen. Werden beispielsweise 2500 kg weisses Papier in 24 Stunden erzeugt, so ist hierzu durchschnittlich eine Triebkraft von etwa 100 Pferdestärken nöthig, und diese beanspruchen bei grossen Anlagen 100 kg Steinkohle in der Stunde, also 2400 oder rund 2500 kg in 24 Stunden. Bei kleinen Anlagen von weniger als 500 PS wird vielleicht keine so gute Ausnützung der Kohle möglich sein, und dann erhöht sich der Bedarf. Durch unzweckmässige Anlage der Fabrik und andere Umstände mag der Kohlenbedarf grösser, durch Fortschritte in Dampfkessel- und Maschinen-Anlagen kleiner werden, und die angegebene Zahl kann überhaupt nur als grobe Grundlage von Berechnungen dienen.

**630. Verwendung des Dampfes als Triebkraft.** Der Dampf wird von dem Cylinder jeder Dampfmaschine (abgesehen von den kleinen, durch Abkühlung kondensirten, Mengen) in Dampfform wieder abgegeben und enthält somit noch seine gesammte latente Wärme, d. i. mehr als $^5/_6$ der zu seiner Bildung aufgewandten Wärmemenge (s. Seiten 825/26). Die latente Wärme wird bei keiner Dampfmaschine verwerthet, bei Dampfmaschinen mit Kondensation wird sie von dem zur Kondensation dienenden Wasser aufgenommen und fliesst gewöhnlich mit diesem unbenützt ab, weil das Wasser zu sehr durch Schmieröl verunreinigt ist, um noch Verwendung finden zu können. Der Kondensator rettet also die latente Wärme nicht, er erhöht nur die Leistung der Maschine durch Verminderung des Gegendrucks auf den Kolben. Die Dampfmaschinen können daher nur die Spannung des Dampfes ausnützen, die ungeheure Menge der latenten Wärme geht verloren, soweit sie nicht zum Vorwärmen und dergl. benützt wird.

In Papierfabriken bietet sich vielfältige Gelegenheit zur Verwerthung der latenten Wärme des aus der Dampfmaschine abgehenden Dampfes. Man kann ihn in Flüssigkeiten leiten, welche gekocht werden sollen, oder durch Heizröhren führen, aus welchem er nur kondensirt abgelassen wird. Das Kochen von Laugen, von Hadern, altem Papier und selbst von Rohpflanzen lässt sich mittels Abdampf bewerkstelligen, und er kann, ausser für die Trockencylinder, auch zu allen anderen Arten von Heizung dienen.

Vorstehend angeführte Sätze sind der ersten Ausgabe entnommen, und bei deren Niederschrift 1874 wagte man nicht, mehr als 5 bis 6 Atmosphären Dampfdruck anzuwenden. Seit jener Zeit sind jedoch grosse Fortschritte gemacht worden. Es giebt jetzt Dampfkessel aus Stahlblech sowie solche, deren Bleche zusammen-

geschweisst sind, die also keine Vernietung brauchen und ohne Gefahr grosse Spannung aushalten. Rasche und vortheilhaftere Entwicklung von Dampf wird durch Röhrenkessel und solche Einrichtung erzielt, welche keinen Ruhestand des Wassers im Kessel zulässt, sondern dasselbe in stetigem raschem Umlauf erhält. Die Roste sind bei den neusten Anlagen mit mechanischer Zuführung der Kohle versehen, sodass der Kesselwärter dieselbe nicht aufzuwerfen hat.

Alle diese und andere Fortschritte haben dahin geführt, dass jetzt (1896) Dampfspannungen bis zu 15 Atmosphären Ueberdruck angewandt werden, und dass trotzdem weniger Explosionen vorkommen als früher bei niedrigen Spannungen. Der hohe Ueberdruck wird dadurch in Triebkraft umgewandelt, dass man den Dampf möglichst durch Expansion wirken lässt. Der erste Dampfcylinder wird nur zum kleinsten Theil mit frischem Dampf gefüllt, der sich hinter dem Kolben ausdehnt und mit erheblich verminderter Spannung austritt, die aber doch noch gross genug ist, um in aufeinander folgenden grösseren Cylindern ebenso zu wirken.

Durch Anwendung der verbesserten Dampferzeuger und von Maschinen mit mehrfacher Expansion hat man es dahin gebracht, dass bei grossem Kraftbedarf ein Höchstverbrauch von nur 0,75 kg guter Steinkohle (vgl. S. 1368) für jede gelieferte Pferdestärke verbürgt wird. Da der Kohlenverbrauch um so geringer wird, je grösser und vollkommener die Anlage ist, so versteht es sich von selbst, dass womöglich alle Arbeitsmaschinen von einer einzigen grossen Kraftquelle aus getrieben werden sollten.

---

# THEIL IV.

## KRAFT-UEBERTRAGUNG. TRANSPORT. BELEUCHTUNG.

**631. Wellen, Riemscheiben, Zahnräder.** Im Anfang der Entwicklung der Industrie, bis über die Mitte des 19. Jahrhunderts, wurde die Triebkraft meistens durch Wellen und Zahnräder übertragen, und es war ein grosser Fortschritt, als die Zahnräder allmälig durch Riemscheiben ersetzt wurden. Letztere sind billiger in Anlage und Unterhaltung und verursachen so viel weniger Geräusch und Kraftverlust, dass die Techniker sich bemühten, Zahnräder möglichst zu vermeiden. Ein Beispiel dieser Wandlung ist Seite 110 angeführt.

Die in der ersten Ausgabe gegebenen Anleitungen zum Bau und Betrieb solcher Wellenleitungen usw. erscheinen bei der mehr verbreiteten technischen Kenntniss und Erfahrung an dieser Stelle entbehrlich, und aus denselben soll deshalb nur folgende Anleitung zur Berechnung der Riemscheiben-Durchmesser wiedergegeben werden.

Jeder Theil der Oberfläche von Riemscheiben, welche durch einen gemeinsamen Riemen verbunden sind, hat gleiche Geschwindigkeit. Eine getriebene Scheibe, welche doppelt so gross ist als ihre treibende Scheibe, wird daher zweimal langsamer laufen, d. h. die Geschwindigkeiten der Wellen verhalten sich zu einander umgekehrt wie die Durchmesser ihrer Scheiben oder Zahnräder.

Wenn wir zum Beispiel eine Riemscheibe von 75 cm Durchmesser auf einer Welle haben, welche 50 Umdrehungen in der Minute macht, und davon eine andere Welle mit 150 Umdrehungen treiben wollen, muss diese eine Riemscheibe erhalten, deren Durchmesser dreimal kleiner als der der treibenden Scheibe ist, d. i. $^{75}/_{3} = 25$ cm.

**632. Elektrische Kraftübertragung.** Seit der Vervollkommnung der Dynamomaschinen werden dieselben immer mehr zur Uebertragung von Triebkraft angewandt. Diese besteht darin, dass man die von einer Turbine oder Dampf- oder Gasmaschine erzeugte Kraft auf einer unmittelbar damit verbundenen Dynamomaschine in Elektrizität umsetzt, und diese durch Drähte zu den Arbeitsmaschinen leitet. Jede Arbeitsmaschine wird erst unmittelbar durch eine Dynamomaschine oder einen Motor von solchen Abmessungen angetrieben, wie sie zur Rückwandlung der zugeleiteten Elektrizität in die zu ihrem Betrieb nöthige Kraft erforderlich ist. Durch solche Uebertragung wird es möglich, Wasserkräfte zu benutzen, die weit entfernt oder an Orten liegen, wo sich nur Raum genug zur Aufstellung von Turbinen und Dynamos befindet, wo aber der Bau einer Fabrik nicht möglich ist. Man kann damit auch mehrere Kräfte eines Wasserlaufs, die einzeln ungenügend wären, gemeinsam nach einer Fabrik leiten oder umgekehrt mehrere weit auseinanderliegende Gebäude von einer Quelle aus mit Kraft versehen. Obwohl durch diese Uebertragung bei mässigen Entfernungen mindestens ein Viertel der Kraft verloren geht, so ist dieselbe doch in vielen Fällen vortheilhafter und zuverlässiger als solche durch Wellen, Riemen, Drahtseile usw. Für Papier- und Stoff-Fabriken bietet sie den Vortheil, dass eine einzige Kraftquelle, z. B. eine sehr grosse Dampfmaschine zur Erzeugung aller erforderlichen Kraft genügt, da man sie mit Drähten mühelos überallhin vertheilen kann.

Die Uebertragung von Kraft auf Entfernungen von 100 m und mehr durch Wellen, Riemen usw. wird so schwierig und kostspielig und verzehrt einen so grossen Theil der übermittelten Pferdestärken, dass die Fabrikanten vielfach vorzogen, besondere kleine Dampfmaschinen dafür aufzustellen. Unterhaltung solcher kleinen Motoren wird jedoch durch die meist sehr langen Dampfleitungen und deren Abkühlung, sowie durch ihren geringen Nutzeffekt theuer und häufig unvortheilhafter als elektrische Uebertragung.

Je grösser eine Dampfmaschinen- und Kesselanlage ist, desto vortheilhafter kann sie gestaltet werden, desto mehr lassen sich die auf jede Pferdekraft entfallenden Kosten für Kohlenbedarf, Anlage- und Unterhaltungskosten vermindern. Die Ersparniss, welche sich durch Beschränkung auf eine einzige Kraftquelle ergiebt, kann gegenüber der Vertheilung auf mehrere Dampfmaschinen so gross sein, dass sie den Kraft-Verlust, welchen die elektrische Uebertragung mit sich bringt, zum grossen Theil ausgleicht. Ausserdem ist noch der Kraftverlust in Rechnung zu ziehen, welchen Wellen, Räder und Riemen bei unmittelbarer Uebertragung der Kraft verursachen.

Die Befürchtung, dass Dynamomaschinen und Zubehör zu vielen Ausbesserungen Anlass geben, erscheint nach den mit guten Anlagen dieser Art gemachten Erfahrungen nicht begründet. Manche seit Jahren stetig arbeitenden Dynamos haben noch keinerlei Schaden gelitten oder Unterbrechung verursacht. In der Munksjö-Papierfabrik zu Jönköping wurden bei des Verfassers Besuch im Juli 1896 alle 9 Papiermaschinen elektrisch angetrieben und arbeiteten ruhiger und befriedigender als bei direktem Dampfmaschinen-Antrieb.

Ob elektrische Uebertragung für alle Theile der Fabrik vortheilhaft ist, hängt von örtlichen Verhältnissen ab. Hierbei ist es auch von Bedeutung, ob Kräfte zur Instandhaltung und Ausbesserung von Dynamomaschinen vorhanden oder in der Nähe sind. In der Regel wird es am besten sein, die am meisten Kraft verbrauchenden Maschinen so nahe an die Kraftquelle zu legen, dass man sie unmittelbar mit Wellen und Riemen treiben und den durch elektrische Uebertragung verursachten Kraft-Verlust sparen kann. Für die entfernteren und schwer erreichbaren wäre jedoch elektrischer Antrieb zu empfehlen, selbst wenn der durch die Uebertragung entstehende Kraftverlust nicht den Mindestbetrag von 25 sondern bis 40 Procent ausmacht.

**633. Transport.** Grosse Fabriken müssen durch Schienen mit dem Landesbahnnetz verbunden sein, um die Kosten der Beförderung möglichst zu verringern. Um welche grosse Mengen von Gütern es sich bei Papierfabriken handelt, zeigt sich aus der Berechnung der Massenbewegung, welche für eine Papiermaschine nöthig ist. Eine Maschine neuerer Art liefert in 24 Stunden etwa 5000 kg Papier, die bei Verarbeitung von Hadern mindestens das doppelte, bei Verarbeitung von Rohpflanzen wie Stroh, Holz u. dergl. das vierfache Gewicht an Rohstoffen aller Art erfordern. Hierzu kommen bei voller Wasser-Betriebskraft mindestens 5000 kg und bei Dampfkraft 10 000 kg Kohlen, sodass man für jede solche Papiermaschine auf eine Beförderung von 20 bis 35 000 kg täglich rechnen kann — abgesehen von Maschinen- und Baubedarf. Zur Beförderung innerhalb der Räume legt man zweckmässig Geleise, auf denen sich Wagen bewegen, die den zu fördernden Stoffen und Waaren angepasst sind. In einigen Fällen hat man die Fabrik durch elektrische Bahn mit dem allgemeinen Bahnnetz verbunden, und solcher Betrieb dürfte sich in vielen Fällen empfehlen, da Dynamos ohnehin meist vorhanden sind. Wo sich Schienen nicht anwenden lassen, leisten Rollwagen gute Dienste, deren Bau in der ersten Ausgabe folgendermaassen beschrieben ist.

Die Wagen oder Kasten sind gewöhnlich von Holz, 2 bis 3 Fuss breit, 3 bis 4 Fuss lang, 2 bis 3 Fuss tief, die gusseisernen Träger der Rollen sind an ihren Böden befestigt. Je grösser die Rollen sind, desto leichter laufen sie, 20 bis 30 cm Durchmesser und 5 cm Breite werden aber in den meisten Fällen genügen. Jede solche Rolle wird selbstständig, parallel mit den Längswänden, in der Mitte einer der vier Seiten, unter den Kasten gesetzt. Wenn diese 4 Rollen den Boden gleichzeitig berührten, könnte der Wagen wohl auf ebenem Boden in gerader Richtung fortlaufen, aber er könnte sich nur sehr schwer drehen. Damit er leicht nach allen Richtungen gedreht werden kann, müssen Vorder- und Hinterrolle $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ cm höher gesetzt sein als die beiden Seitenrollen, so dass sie den Boden garnicht berühren und der Kasten nur auf den Seitenrollen steht, wenn er genau waagerechte Lage einnimmt. Dies wird dadurch bewirkt, dass man entweder die Träger der Vorder- und Hinterrolle $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ cm tief in den Boden einlässt, oder dass man Bretter von dieser Stärke zwischen den Boden des Kastens und die Träger der Seitenrollen legt. Der Wagen steht somit nur auf 3 Rollen, auf den beiden Seitenrollen und auf der Vorder- oder Hinterrolle, je nachdem der Arbeiter die Triebseite etwas hebt oder senkt. Er biegt leicht um eine Ecke oder dreht sich nach jeder gewünschten Richtung, wenn man die hochstehende Vorder- oder Hinterseite soweit niederdrückt, dass weder die Vorder- noch Hinterrolle den Boden berührt. Solche Wagen laufen ohne Schienengeleise.

Die Beförderung von unten nach oben und umgekehrt wird jetzt allgemein durch Aufzüge vermittelt, die wegen der bei ihrem Betrieb herrschenden Unfall-Gefahr in Deutschland und einigen anderen Ländern vielen behördlichen Vorschriften unterliegen. Ihre Bauart muss den örtlichen Verhältnissen angepasst werden.

**634. Beleuchtung.** Seitdem elektrisches Licht seinen Einzug in die Fabriken gehalten hat, gilt dasselbe als allein geeignete Beleuchtung. Da zum Betrieb der Fabrik ohnehin Kraftquellen nöthig sind, so hat man diese nur um so viel stärker zu nehmen, als die Erzeugung von Licht mittels einer Dynamo-Maschine erfordert. Die Anlage wird dadurch billiger als die einer besonderen Gaserzeugung und liefert namentlich viel besseres und zweckmässigeres Licht. Mit Leitungsdraht und elektrischen Glühlämpchen lässt sich jeder bisher dunkle Winkel und sogar das innere Getriebe grosser Maschinen erhellen, und da das elektrische Licht dem Sonnenlicht ähnlich wirkt, kann man auch dabei färben. Durch diesen Fortschritt ist es möglich geworden, die Nachtarbeit ungemein zu erleichtern und zu fördern.

---

# THEIL V.

## ANLAGE VON PAPIER- UND STOFF-FABRIKEN.

**635. Lage und Bauplatz.** Wenn wir die gewerbliche Thätigkeit der gebildeten Völker beobachten, finden wir, dass eine Kunst sich am meisten vervollkommnet, wo sie von vielen aufeinanderfolgenden Geschlechtern betrieben wird. Obwohl die Handarbeit jetzt von Maschinen verdrängt ist, gilt dies auch von der Papierfabrikation. Es scheint, dass gelernte Papiermacher, welche schon durch Familienüberlieferung mit ihrer Kunst verknüpft sind, heute noch ebenso schätzenswerth sind wie früher, weil die erzeugte Waare, unter sonst gleichen Umständen, besser sein muss, wo jede Arbeit von Leuten verrichtet wird, welche die Erfahrung vieler Geschlechter mitbringen.

Die Erfolge, welche mit einer oder mehreren Fabriken erzielt werden, veranlassen häufig an gleichem Orte das Entstehen so vieler Fabriken, dass es scheinen könnte, als müssten sie, da sie nothwendiger Weise in denselben Märkten kaufen und verkaufen, sich durch gegenseitigen Wettbewerb zu Grunde richten. Die Vereinigung vieler Fabriken veranlasst aber an gleichem Orte auch das Entstehen von Maschinenwerkstätten, welche fähig sind, jeden Augenblick die erforderlichen Maschinen, oder Theile derselben, anzufertigen, sowie von Handlungen und Fabriken aller Gegenstände, welche der Papierfabrikant braucht, sie zieht die Käufer herbei und schafft eine geübte Arbeiterbevölkerung. Erfahrung scheint darzuthun dass die Gefahren erhöhten Wettbewerbs durch die erwähnten Vortheile mehr als aufgewogen werden.

Aus entgegengesetzten Gründen hat man bei Einführung der Papierfabrikation in neu angesiedelte oder industrielose Länder mit Schwierigkeiten zu kämpfen, an denen die vielversprechendsten Unternehmungen manchmal zu Grunde gehen, obwohl sie durch billige Hadern und hohe Papierpreise begünstigt sein mögen. Da die Ansprüche an die Kenntnisse der Arbeiter und die Vortrefflichkeit der Maschinen im Allgemeinen um so kleiner sind, je geringere Papiersorten erzeugt werden, so sendet die Papierfabrikation die Packpapierfabriken als Pioniere in neu erschlossene Länder, sie bereiten den Weg für den nachfolgenden Heereskörper der Druck- und Mittelsorten. Das Hauptquartier, d. i. der Sitz der Fabrikation feinster Papiere, bleibt entweder in seinen ursprünglichen Standorten oder bewegt sich doch sehr langsam vorwärts, da der Preis dieser Sorten hoch genug ist, um den Transport auf weite Entfernungen zu ertragen.

Es ist anzunehmen, dass Niemand die Errichtung einer Papierfabrik unternimmt, ohne wenigstens bestimmt zu haben, was für Papiere erzeugt und wo sie verkauft werden sollen. Will man z. B. Druckpapier fabriziren, so muss man einen Bauplatz suchen, der möglichst nahe bei den Städten liegt, für welche man arbeiten will, und der auch durch Schienen- oder Wasserweg mit denselben verbunden ist. Eine stets ausreichende Wasserkraft mit überschwemmungsfreiem Bauplatze und genügender Menge reinen Waschwassers hat so grossen Werth und ist so selten, dass die Wahl gewöhnlich auf entfernt gelegene Wasserkräfte oder Dampfkraft beschränkt bleibt.

Zur Fabrikation von 2000 bis 4000 kg Papier aus Hadern in 24 Stunden ist eine nutzbare Kraft von 100 bis 200 Pferden erforderlich, wenn aber Makulatur, Stroh- oder Holzzellstoff oder geschliffenes Holz und dergl. verwendet werden, genügen auch kleinere Kräfte.

Möglichst reines Waschwasser in genügender Menge ist das wichtigste Fabrikationserforderniss, aber nicht viel weniger wichtig ist es, dass das Wasser unbehinderten Abfluss findet. Die Verunreinigung der Wasserläufe durch die Abflüsse der Fabriken wird immer mehr beanstandet und ist in England und Schottland bereits gesetzlich verboten. Eine der grössten schottischen Fabriken, in der Nähe von Edinburgh, war dadurch genöthigt, all' ihren verfügbaren Raum zur Anlage von Cisternen zu benutzen, worin die Abwasser ihre Verunreinigungen absetzen, ehe sie in den Bach fliessen dürfen. Die abgelagerten Stoffe müssen häufig herausgenommen und aufgehäuft werden, da man bis jetzt trotz vielfacher Bemühungen noch keine Verwendung dafür gefunden hat. Die Anhäufungen dieser Stoffe sind bereits berghoch angewachsen und bedrohen die Fabrik, trotz der bereits für Klärung des Abwassers ausgegebenen ungeheuren Summen, mit neuen Kosten und Verlegenheiten. Um alle solche Schwierigkeiten sicher zu vermeiden, baute ein anderer schottischer Fabrikant seine neue Esparto-Papierfabrik an das Meeresufer, war aber sehr unangenehm überrascht, als seine Nachbarn klagten, dass die abfliessenden Verunreinigungen von den Wellen zum Theil auf ihre Ufer geworfen würden. Es ist daher rathsam, neue Fabriken nur an Orten zu bauen, wo die Abflüsse weder durch jetzige noch künftige Gesetze erschwert werden können. (Vergl. Seiten 1620/28.)

Man versäume nicht, den Baugrund des in Aussicht genommenen Platzes zu untersuchen, da er bei schlechter Beschaffenheit durch kostspielige Fundamente die Anlage erheblich vertheuert.

Vorstehende 1874 geschriebene Sätze sind jetzt (1896) noch richtig und bedürfen keiner Ergänzung.

**636. Bau und Einrichtung.** Der Plan der Fabrik sollte in allen Einzelheiten ausgearbeitet sein, ehe Maschinen bestellt werden, und ehe der erste Spatenstich zur Aushebung der Fundamente gemacht wird, da man auf Papier viel leichter und billiger verändern kann als in Stein und Eisen. Die Versäumniss dieser Vorschrift hat schon viele Tausende gekostet und den Misserfolg manchen Unternehmens verursacht.

Wenn auch alle Bestrebungen zum Ersatz von Handarbeit durch Maschinen volle Unterstützung verdienen, dürfen wir doch nicht vergessen, dass Maschinen Anlagekapital und Triebkraft beanspruchen, dass sie durch Schmiere, Instandhaltung und Führung fortwährende Kosten verursachen und deshalb nicht in allen Fällen der Handarbeit vorzuziehen sind. Diejenige Fabrik wird am vortheilhaftesten arbeiten, welche bei gleicher Arbeiterzahl und sonst gleichen Verhältnissen dieselbe Waare mit den wenigsten Maschinen erzeugt. Je mehr sich eine Fabrik auf Anfertigung einer oder weniger Sorten beschränkt, desto besser kann sie dafür eingerichtet werden, und mit destoweniger Maschinen kann sie auskommen.

Mangelhaft gebaute Maschinen liefern nicht nur schlechte Arbeit, sondern verursachen auch endlose Ausbesserungen und Stillstände. Die besten Maschinen sind unter allen Umständen die billigsten, und es giebt kaum eine verhängnissvollere Ersparniss als die, welche auf Kosten ihrer Güte gemacht wird. Man sollte nur von Maschinenfabrikanten kaufen, welche die erforderlichen Erfahrungen und Einrichtungen besitzen und grundsätzlich nur gute Waare liefern. Bei Maschinen lässt sich leicht dadurch sparen, dass man die Metallstärke verschiedener Theile vermindert, Gusseisen für Schmiedeeisen, Eisen anstatt Stahl nimmt, viele Theile roh lässt anstatt sie abzudrehen oder zu hobeln, und dass man sie von billigen Arbeitern und Werkzeugen herstellen lässt. Maschinen von gleicher Form und scheinbar gleicher Bauart können deshalb von sehr verschiedenem Werth sein.

Die Nähe einer grösseren Maschinenwerkstätte ist von grossem Vortheil für eine Papierfabrik, weil sie rasche Wiederherstellung gebrochener Maschinentheile ermöglicht und die durch Brüche hervorgerufenen Stillstände verkürzt. Grosse Papierfabriken sind meistens mit eigenen Maschinenwerkstätten versehen, und sogar für kleinere empfiehlt sich die Anschaffung einer Schmiede, einer Drehbank und einer Bohrmaschine mit zugehörigen Werkzeugen. Vollständiges Schreiner- und Schlosserwerkzeug, Röhren mit Ellenbogen, Hähne u.s.w. sowie Werkzeug zum Schraubenschneiden sollten stets vorhanden sein.

Die neuesten amerikanischen Fabriken für feine Schreibpapiere sind drei- oder vierstöckige Ziegelsteingebäude mit einem zweistöckigen Flügel für die Papiermaschine. Zu ebener Erde befinden sich die Abtropfkasten, das Getriebe, die Küche für thierischen Leim (unter der Papiermaschine), die Stoffbütten und manchmal die Hadernkocher; die Papiermaschine, die Holländer, und womöglich auch die Hadernkocher, sind eine Treppe hoch aufgestellt. Die beiden oberen Stockwerke sind durch dichte, quer durchgehende Scheidewände sorgsam abgetheilt, damit die über den Hadernkochern gelegene Hälfte zum Sortiren, Dreschen und Stäuben der Hadern dienen kann, während die andere, der Papiermaschine näher gelegene Hälfte die Zurichtsäle mit Glättwerken, Liniirmaschinen u.s.w. enthält. Aller noch verfügbare Raum in dem

höchsten Theile des Gebäudes dient zum Aufhängen und Trocknen der geleimten Papiere. Um die Räume, worin die Hadern sortirt und geschnitten werden, strenge von denen getrennt zu halten, worin sich die Trocken- und Zurichteräume befinden, ist jede Abtheilung häufig mit einem besonderen Aufzug versehen. An den Aussenwänden sind eiserne Leitern angebracht, auf welchen die Arbeiter im Falle eines Brandes aus den oberen Stockwerken entkommen können.

Die Mauern werden, da jedes Stockwerk Maschinen enthält, stark gebaut; die Fussböden ruhen auf eisernen Säulen und Trägern und bestehen aus $7^1/_2$ cm starken Bohlen, welche stumpf nebeneinander gelegt, oben mit einzölligen und unten mit halbzölligen Brettern verkleidet sind, damit kein Staub durchdringen kann.

Da es für Papierfabriken ohnehin vortheilhaft ist, möglichst dauerhaft zu bauen, so wird die geringe Mehrausgabe, welche nöthig ist, um sie feuerfest herzustellen, durch Ersparung an Versicherungsprämien reichlich aufgewogen. Die der Firma Jessup & Moore in Philadelphia gehörige Fabrik mit 3 Papiermaschinen in Rockland bei Wilmington in Delaware ist 1871 mit einem Aufwand von beinahe 500000 Dollar ganz aus Eisen und Stein erbaut worden. Sie hat eiserne Dächer, Abtropfkasten und Stoffbütten aus Ziegel und Cement, Böden aus Eisen und Stein, eiserne Hadernschneider und Stäuber, eiserne Holländer — kurz, es ist beinahe kein Holz verwendet, ausser den vierzölligen Bohlen, welche, auf eisernen Trägern liegend, dem Holländer-, Papiermaschinen- und Zurichtsaale als Fussboden dienen. Diese Säle befinden sich nur eine Treppe hoch und können in wenigen Augenblicken mit Wasser überschwemmt werden. Aber auch diese Fabrik könnte verbrennen, wenn nicht durch abgetrennte Vorrathshäuser und entsprechende Anordnungen dafür gesorgt wäre, dass sich nie eine grössere Menge Hadern und anderer Rohstoffe auf einmal in der Fabrik befindet, als für einen oder nur für einen halben Tag nöthig ist. Es kommt häufig vor, dass feuerfeste Gebäude von Feuer zerstört werden, weil zu viele brennbare Stoffe darin angehäuft sind, ihre eisernen Träger und Säulen werden von der Hitze ausgedehnt und verbogen, und die Mauern bersten, als wären sie aus Glas.

Seit Niederschrift vorstehender Sätze (1874) ist es durch elektrische Kraftübertragung leicht geworden, Maschinen in entfernt liegenden Gebäuden zu betreiben. Es macht deshalb keine Schwierigkeit, Hadernmagazine und Sortirräume, Holz- und Strohputzerei und Vorrathsräume, welche viele brennbare Stoffe enthalten, soweit ab von den Haupt-Gebäuden mit den theuersten Maschinen aufzustellen, dass Feuersgefahr für letztere ausgeschlossen erscheint. Die Anlage sollte auch so geplant werden, dass die Beförderung der Roh- und Halbstoffe von einer Verrichtung zur andern auf kürzestem und mechanischem Wege erfolgt. Besonders wichtig ist es, dass die am meisten Kraft erfordernden Maschinen wie Holländer, Stoffmühlen u.s.w. nahe bei der Kraftquelle und die viel Dampf brauchenden Einrichtungen wie Kocher, Sauger u. dergl. nahe bei den Dampferzeugern stehen, damit Wellen- und Dampfleitungen möglichst kurz werden. Die durch lange derartige Leitungen verursachten Kraft- und Wärmeverluste werden meistens unterschätzt.

### 637. Vergleichung des Werthes von Wasser- und Dampfkräften.

Der Pachtwerth einer sehr gut gelegenen beständigen Wasserkraft ist gleich der Summe, welche für Erzeugung derselben Kraft mittels Dampf an gleichem Orte aufgewendet werden müsste. Bei weniger günstig gelegenen Wasserkräften sind hiervon die Kosten abzuziehen, welche der Transport der Rohstoffe von, und des Papiers nach dem Absatzgebiet verursacht. Bei Verarbeitung von Hadern sind etwa 2 kg, und bei Verarbeitung von Stroh etwa 4 kg Rohstoffe, (Kohlen ungerechnet) d. i. Hadern, Stroh, Chemikalien und dergl., auf jedes Kilo erzeugtes, weisses Papier zu rechnen. (s. Seiten 1736 und 1739.) Der etwaige Unterschied in den Beschaffungskosten für Brennstoff ist gleichfalls in Rechnung zu ziehen.

In Fällen, wo Wasser- und Schienenwege zu weit entfernt, oder wo die Strassen sehr schlecht sind, stellt sich der so berechnete Werth einer Wasserkraft häufig auf Null. Es giebt sogar auf dem Lande gelegene Fabriken, welche in einer grossen Stadt, ausschliesslich mit Dampf betrieben, weniger Kosten für Brennstoff zu tragen hätten, als jetzt für Beförderung von und nach dieser Stadt verausgabt werden muss. Da sie überdies manchmal durch Wassermangel zu leiden haben und auch der Gefahr von Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, ist ihre Wasserkraft zum Zweck der Papierfabrikation weniger werth als Nichts, wenn die besprochenen Nachtheile nicht durch anderweitige Vortheile ausgeglichen werden. Manche Fabrikanten kaufen ihre Hadern von den kleinen Sammlern der Gegend und erlangen dadurch den sonst den

Händlern zufallenden Nutzen, andere können in ihrer Umgegend Stroh vortheilhaft beschaffen, Kohlen, Kalk und Arbeiter sind vielleicht billiger als in der Stadt, und durch einen dieser Vortheile oder durch eine Vereinigung mehrerer mag die Entscheidung zu Gunsten der entfernten Wasserkraft ausfallen.

Wenn sich die Fabrik in der Nähe der Absatzquelle befindet, ist der Eigenthümer im Stande, seine Waare selbst zu verkaufen und gleichzeitig die Fabrikation zu leiten. Durch solche Umgehung der Zwischenhändler gewinnt er häufig mehr als durch die beste Wasserkraft.

Für manche Arten von Papier und Rohstoffe sind Wasserkräfte von grösserem Werth als für andere. Zur Verarbeitung von altem Papier, welches nur in grossen Städten in erheblichen Mengen zu haben ist, braucht man z. B. geringe Kraft, und eine Fabrik, welche sich hauptsächlich dieses Rohstoffes bedient, würde wahrscheinlich billiger mit Dampf in der Stadt, als mit Wasserkraft in grosser Entfernung betrieben. Für eine Fabrik von Tauen- oder Manilapapier ist jedoch eine Wasserkraft von grossem Werth, da ihre Triebkraft im Verhältniss zu der Menge der erforderlichen Rohstoffe und des erzeugten Papiers sehr gross sein muss.

Vorstehende in der ersten Ausgabe zur Vergleichung gegebene Grundlagen sind jetzt (1896) noch richtig. Denselben ist nur zuzufügen, dass die Unterhaltungskosten einer Wasserkraft durch Instandhaltung des Wehrs, der Dämme, Gräben und Freihalten von Eis u.s.w. ebenso gross werden können, wie die einer Dampfkraft-Anlage, doch hängt dies von örtlichen und klimatischen Verhältnissen ab. Die Erzeugung von Dampfkraft ist auch durch die Seite 1737 erwähnten Fortschritte so viel billiger geworden, dass sie jetzt in vielen Fällen vortheilhafter sein kann, als nicht günstig gelegene, wechselnde d. h. nicht immer ausreichende Wasserkräfte. Dadurch ist sogar wie Seite 1368 erläutert, erfolgreicher Antrieb von Schleifereien mit Dampfkraft möglich geworden.

Da eine Papierfabrik zu Koch- und Heizzwecken etwa 1 kg Steinkohle auf das kg erzeugtes Papier braucht, so lässt sich durch Wasserkraft nur das andere kg Steinkohle ersetzen, welches zur Erzeugung von Triebkraft nöthig wäre. Eine Fabrik mit ausreichender voller Wasserkraft kann daher bei ungünstiger Lage möglicherweise ebensoviel und mehr für Brennstoff ausgeben wie eine andere, welcher billige Kohle aber keine Wasserkraft zur Verfügung steht.

---

# THEIL VI.

## KAPITAL. — ARBEIT. — LEITUNG. — ERTRAG.

---

**638. Kapital.** Ehe man den Bau einer Papierfabrik unternimmt, sollten mehr als ausreichende Mittel dafür gesichert sein. Häufig werden diese Mittel nach den Berechnungen von Maschinenbauern oder anderen Lieferanten bemessen, müssen jedoch, da sie sich bei der Ausführung ungenügend erweisen, durch Anleihen ergänzt werden. Manchmal ist die Aufnahme einer Anleihe nicht mehr möglich, und das Geschäft krankt fort, bis ein Zusammenbruch erfolgt.

Es ist eine alte Erfahrung, dass beinahe alle auf Zeichnungen begründeten Voranschläge für Gebäude von den wirklichen Kosten überschritten werden, und in besonders hohem Grade ist dies bei Fabriken der Fall. Will man sicher gehen, so bemesse man die Anlagekosten nach den Summen, welche beim Bau ähnlicher, unter möglichst gleichen Umständen gebauter Fabriken verausgabt wurden, und füge für unvorhergesehene Fälle noch etwas zu.

Wenn die Fabrik zur Erzeugung einer bestimmten Gattung von Papier bestimmt wird, kann man sie viel zweckmässiger und einfacher, also auch billiger bauen, als wenn sie zur Herstellung aller oder vieler Arten von Papier geeignet sein soll. Durch strenge Spezialisirung und

Vereinfachung der Fabrikation in allen ihren Theilen ist es dahin gekommen, dass die Papierfabriken in Amerika, trotz der dortigen hohen Preise der Rohstoffe und trotz sehr hoher Arbeitslöhne, billiger erstellt werden als solche von gleicher Leistungsfähigkeit in Deutschland.

Wenn der Fabrikant kein Betriebskapital besitzt, muss er sein Papier für baares Geld verkaufen oder den Vertrieb seiner Erzeugnisse solchen Handlungshäusern überlassen, welche ihm Kredit eröffnen und dafür auch den besten Theil des Nutzens in Anspruch nehmen. Sobald er in dieser Lage ist, steht er den Käufern machtlos gegenüber, muss sich ihre Bedingungen gefallen lassen und arbeitet sich nur in seltenen Fällen aus dem krankhaften Zustande heraus. Man muss desshalb für Beschaffung der erforderlichen Betriebsmittel sorgen, ehe man sich auf das Unternehmen einlässt. Wo nur wenig Papiergattungen erzeugt werden, braucht man ein verhältnissmässig unbedeutendes Lager von Rohstoffen und noch weniger fertige Waare, wenn von letzterer überhaupt ein Lager gehalten werden soll. Je mehr man sich darauf einlässt, viele Papiersorten zu fabriziren, desto mannigfaltiger, und folglich auch umfangreicher, muss der Vorrath von Rohstoffen und fertiger Waare, desto grösser also auch das Betriebskapital sein.

**639. Arbeit.** Die Arbeitslöhne bilden nur einen kleinen Theil der Fabrikationskosten. Nach Erhebungen, welche Verf. in Amerika und in den europäischen Ländern gemacht hat, bewegen sich die Ausgaben für Löhne überall zwischen 7 und 20 Procent vom Verkaufspreise des Papiers.

Hieraus lässt sich schon schliessen, dass der Vortheil, den eine Fabrik auf dem Lande, gegenüber einer Fabrik in der Stadt, durch billigere Arbeitslöhne geniesst, nur sehr unbedeutend sein kann. Der Vortheil verschwindet aber ganz und wird manchmal als ein Nachtheil erscheinen, wenn man bedenkt, das eingeübte Arbeiter auf dem Lande so viel kosten, wie in der Stadt, und dass es in vielen Gegenden sehr schwierig ist, die erforderlichen Arbeitskräfte, besonders weibliche, zu beschaffen, während sie sich in Städten gewöhnlich im Ueberfluss finden.

Gerechtigkeit, Güte und Freigebigkeit finden stets Anerkennung, wenn man auch von Einzelnen manchmal Undank erntet, viel besser ist es aber, weder Dank noch Anhänglichkeit von den Arbeitern zu verlangen, sondern sie durch Gemeinsamkeit der Interessen zu bester Anwendung ihrer geistigen und körperlichen Kräfte zu veranlassen. In Fabriken, wo man sich auf Erzeugung einer oder weniger Papiersorten beschränkt, wird es möglich, Stücklohn einzuführen. Die Godin'sche Fabrik in Huy Belgien, die Dürener sowie andere Fabriken haben es dahin gebracht, dass ihre sämmtlichen Arbeiter, mit Ausnahme einiger Tagelöhner, im Stücklohn arbeiten. Wo dies nicht thunlich ist, wird man es vortheilhaft finden, allen Arbeitern für verbesserte Qualität, vermehrten Umsatz, oder besser vom reinen Nutzen, Prämien auszusetzen.

Im Verhältniss, wie die Löhne steigen, wird der menschliche Erfindungsgeist zum Ersatz der Handarbeit durch Maschinen, und zur Vereinfachung durch zweckmässige Vorrichtungen angeregt. Dass er dieser Aufgabe gewachsen ist, beweist das Beispiel der Vereinigten Staaten, wo die Arbeitslöhne, obwohl sie dreimal so hoch sind wie in Europa, keinen grössern Theil der Herstellungskosten des Papiers ausmachen als in Frankreich und Deutschland. Dies ist um so bemerkenswerther, als der Preis der meisten Papiere nur unwesentlich höher, und von einigen Sorten sogar niedriger ist als in Europa. Diese Erscheinung ist wohl auch dem Umstande zuzuschreiben, dass die Leistungsfähigkeit der Arbeiter durch die höheren Löhne wesentlich gefördert wird.

Da zum erfolgreichen Betrieb einer Fabrik erfahrene Arbeiter erforderlich sind, so liegt es im Interesse der Fabrikanten, sie zu dauernder Ansiedelung zu veranlassen. So lange der Arbeiter nichts zu verlieren hat, also Proletarier ist, geht ihm das Gedeihen der Fabrik und der Gemeinde, wo er lebt, nicht sehr zu Herzen — er bleibt fremd. Durch den Besitz von Haus und Boden werden seine Interessen viel enger mit denen seines Arbeitgebers und seiner Genossen verknüpft, er fühlt sich heimisch und bemüht sich, die Achtung und das Wohlwollen seiner Mitbürger zu verdienen und seine Kinder möglichst gut zu erziehen. Die Fabrikanten leisten daher sich selbst und dem Staate einen Dienst, wenn sie den Arbeitern zu eigenen Herden verhelfen, anstatt sie in Miethwohnungen unterzubringen. Der Arbeiter entschliesst sich viel eher zum Sparen, wenn ihm dadurch die Möglichkeit geboten wird, ein eigenes Haus zu erwerben, und hat man ihn erst soweit gebracht, so ist er dem Staat und der Arbeit dauernd gewonnen. Der Verf. hat Leute, welche einen grossen Theil ihres Verdienstes zu vertrinken pflegten, veranlasst, zu sparen, um Haus und Land zu kaufen und hatte die Freude zu sehen, dass sie dadurch bessere Gatten, Väter, Bürger und Arbeiter wurden.

**640. Leitung.** Papierfabriken arbeiten nicht mit automatischer Regelmässigkeit, wie z. B. Spinnereien. Die Eigenschaften der ihnen zu Gebote stehenden Rohstoffe sind so verschieden, dass die zu ihrer Umwandlung nöthigen Verrichtungen fortwährende Veränderungen erleiden müssen, um gleiches Fabrikat zu ergeben. Nur tüchtige erfahrene Leitung kann diesen

Verschiedenheiten, sowie den stets wechselnden Ansprüchen an die Eigenschaften der Papiere gerecht werden. Manche aus alten abgenützten Gebäuden und Maschinen bestehende Fabrik wirft in Folge ihrer besseren Leitung mehr Nutzen ab, als ihr vielleicht neu und glänzend ausgestatteter Nachbar.

In manchen Fabriken sind kostspielige andauernde Versuche angestellt worden, welche man mit einiger Kenntniss der Anfangsgründe der Chemie unterlassen und dadurch viel Geld gespart hätte. Aehnliche Fehler werden auch bei Anschaffung, Anordnung und Verbesserung von Maschinen und Gebäuden gemacht, wenn dem Leiter die dazu nöthigen technischen Kenntnisse und Erfahrungen abgehen. Es ist desshalb sehr wünschenswerth, dass der Leiter einer Papierfabrik genügende technische Bildung habe, um die chemischen Vorgänge, soweit sie wissenschaftlich ergründet sind, zu verstehen und mechanische und bauliche Veränderungen durch Wort und Zeichnung anzuordnen.

Trotz aller Fortschritte hat jedoch die Wissenschaft nicht vermocht, die bei den wichtigsten Verrichtungen der Papierfabrikation vor sich gehenden Umsetzungen klar zu legen, wir sind zu ihrer sachgemässen Ausführung immer noch auf die innige Vertrautheit mit den dabei vorkommenden Erscheinungen angewiesen, welche man nur durch Erfahrung erlangt. Wer Jahre lang als Papiermacher an der Bütte gearbeitet hat, wird die Bedingungen, unter denen sich die Fasern richtig verfilzen, besser verstehen als der gelehrteste Professor, und wer die Erfordernisse einer Papiermaschine gründlich kennen lernen will, muss sich durch eigene Arbeit mit ihrer Führung vertraut machen.

Wissenschaftliche Ausbildung ist hiernach wohl nothwendig, doch muss man durch Erfahrung gewonnene, praktische Ausbildung voranstellen und als wesentliche Bedingung der Anstellung gelten lassen. Die Erfolge, welche tüchtige Praktiker allerwärts erzielen, bestätigen diese Ansicht.

Die Fabrikation von Zellstoff aus Rohpflanzen, welche, streng genommen, nur als ein Zweig der Papierfabrikation zu betrachten ist, unterscheidet sich auch dadurch von ihr, dass sie der Wissenschaft viel mehr zu danken hat und desshalb grösseren Anspruch auf wissenschaftliche Leitung macht.

Um alles Wünschenswerthe in sich zu vereinen, müsste der Leiter einer Papierfabrik neben innigster, durch Erfahrung erlangter Vertrautheit mit allen, selbst den scheinbar unbedeutendsten Verrichtungen gediegene technisch-wissenschaftliche Bildung, kaufmännische Kenntnisse, Verwaltungstalent und namentlich eiserne Gesundheit besitzen. Er sollte sich überdies der wohlwollenden Gemüthsruhe und Menschenkenntniss erfreuen, durch welche man sich das Vertrauen und die Zuneigung der Arbeiter erwirbt.

**641. Bedingungen des Erfolgs. Ertrag.** Der jährliche Umsatz einer Papierfabrik sollte nie weniger betragen als das Anlagekapital. Eine zweckmässig gebaute und geleitete, mit guten Maschinen versehene Papierfabrik kann ihr Anlagekapital in einem Jahre zweimal umsetzen. Das Verhältniss des Umsatzes zum Anlagekapital giebt gewöhnlich einen guten Massstab für den Ertrag, obwohl es Sorten und Verhältnisse geben mag, bei denen diese allgemeine Regel nicht zutrifft.

Von dem fortgesetzten Gang einer Papierfabrik hängt zu viel Kapital und Arbeit ab, um sie den Zufälligkeiten einer unregelmässigen Wasserkraft auszusetzen. Wenn diese nicht ganz genügt, wird Nachhilfe durch Dampfkraft in den meisten Fällen zu empfehlen sein.

Auf je weniger Papiersorten und Formate man sich beschränkt, mit um so geringerem Anlage- und Betriebskapital kann man auskommen, desto mehr wird die ganze Fabrik mit der Regelmässigkeit einer Maschine arbeiten und bei tüchtiger Leitung guten Nutzen abwerfen. Durch die fortwährende Erzeugung einer einzigen Sorte wird es möglich, sie zu grosser Vollkommenheit zu bringen und der Fabrik einen Namen dafür zu machen.

Am meisten hängt aber der Erfolg einer Papierfabrik, wie jedes anderen Geschäftes, von tüchtiger, erfahrener Leitung ab.

Vorstehende 1874 geschriebenen Sätze bedürfen einer Ergänzung insoweit, als die Herstellung von Papierstoff aus Rohpflanzen, besonders Holz, andere Verhältnisse geschaffen hat. Eine Fabrik, die ihr Papier aus selbst erzeugten Zellstoffen und Holzschliff herstellt, wird nämlich selten ihr ganzes Anlagekapital jährlich einmal umsetzen, weil sich die Anlage aus Holzschleiferei, Zellstoff-Fabrik und Papierfabrik zusammensetzt. Das für Erzeugung von Schliff und Zellstoff aufgewandte Kapital muss in solchen Fällen vom Gesammt-Anlage-Kapital in Abzug gebracht werden.

Eine Holzschleife, die beispielsweise mit 400 Pferdestärken arbeitet, liefert in 24 Stunden nach den Angaben Seite 1341 etwa 5000 kg trocken gedachten Schliff, die bei einem Durchschnittsverkaufswerth von etwa 10 M. für 100 kg in Deutschland etwa 500 M. bringen, d. h. in 300 Arbeitstagen etwa 150000 M. bei stets ausreichender Wasserkraft, bei einem Preis von 12 M. und 330 Tagen auch 200000 M. Es wird jedoch wenig solcher Anlagen in Deutschland geben, die nicht erheblich mehr als 200000 M. gekostet haben und auch wenig Wasserkräfte, welche die angenommene Zahl von Arbeitstagen zulassen. Der Jahres-Umsatz wird daher in deutschen Schleifereien selten die Höhe des Anlagekapitals erreichen. Dies trifft auch für die norwegischen, mit grosser, stets ausreichender Wasserkraft versehenen Schleifereien zu, für welche in dem Reisebrief des Verfassers aus Kristiania vom 16. Juli 1896 (Nr. 65 d. Pap.-Ztg. von 1896) die zur Beurtheilung nöthigen Zahlen gegeben sind. Bei der Berechnung des Ertrags norwegischer Schleifereien ist der Verkaufswerth trockenen Schliffs zu 6, von solchem mit 50 Prozent Wasser zu 3 Kronen die 100 kg angenommen.

Natron-Zellstoff-Fabriken werden durch die zur Wiedergewinnung des Natrons usw. nöthigen Einrichtungen theuer, und da der Marktpreis von Natron-Holzzellstoff verhältnissmässig niedrig ist, so erscheint es sehr günstig, wenn der Jahres-Umsatz dem Anlagekapital gleichkommt. Natron-Strohstoff erzielt bessere Preise, und bei dessen Herstellung wird es desshalb leichter sein, den Jahresumsatz auf oder über die Höhe des Anlagekapitals zu bringen.

Bei den jetzt (1897) bestehenden Sulfitstoff-Fabriken ist das Anlage-Kapital in allen oder doch den meisten Fällen grösser als der Jahres-Umsatz. Dieser Umstand fällt auf, weil sich das einfache Sulfitverfahren, welches die kostspielige Wiedergewinnung des Natronverfahrens nicht braucht, anscheinend mit billigeren Anlagen ausführen lässt. Es wird jedoch dadurch theuer, dass die Kocher und andere Einrichtungen gegen die Angriffe der Schwefligsäure geschützt werden müssen, dass man viele Bleiröhren,-Hähne und dergl. braucht und die Abwasser reinigen muss. Die älteren Anlagen waren auch häufig mit kleineren Kochern versehen, in allen Theilen verwickelter, als man heute für nöthig hält und mussten kostspielige Erfahrungen machen.

# THEIL VII.

## PAPIER-PRUEFUNG.

**642. Geschichte.** Nachdem 1882 die öffentliche Aufmerksamkeit auf die Gefahr gelenkt worden war, welche durch Verwendung unhaltbaren Papieres zu Dokumenten, Standesamtsbüchern und dgl. entstehen könne, wurde diese Frage in Deutschland vielfach erörtert. Aus diesen Besprechungen, sowie aus den Erfahrungen des Verfassers, der schon seit Jahren Papierprüfungen geschäftsmässig ausführte, ergab sich die Nothwendigkeit einer amtlichen Prüfungsanstalt für Papier, Tinte usw. Die Berathungen mehrerer Fachvereine führten dazu, dass auch sie sich nachstehend abgedruckter Eingabe anschlossen.

An
den Staatssekretär des Reichspostamtes
Herrn *Dr. Stephan, Excellenz.*

Im Namen der mitunterzeichneten vier Vereine erlaube ich mir, Ew. Excellenz Folgendes vorzutragen.

Es ist ausserordentlich schwer und wird immer schwerer, den Werth von Papier und anderen Schreibwaaren (Tinte, Siegellack, Stempelfarben usw.) genau zu ermitteln. Es giebt zwar verschiedene Instrumente und Methoden zur Bestimmung der Festigkeit des Papiers und dessen Zusammensetzung; deren Beschaffung ist jedoch zu theuer und ihre Handhabung für den Laien grösstentheils zu schwierig, als dass ihr blosses Vorhandensein dem gefühlten Bedürfniss abhelfen könnte. In neuester Zeit ist deshalb vielfach das Verlangen nach einer Prüfungs- oder Untersuchungsanstalt für Papier und Schreibwaaren ausgesprochen worden. Zuschriften über diesen Gegenstand befinden sich in beifolgenden Nrn. 33 und 36 der Papier-Ztg. Ich selbst habe für Verleger und Andere häufig Prüfungen von Papier ausgeführt, hatte auch die Absicht, selbst eine Untersuchungsanstalt zu gründen.

Nach reiflicher Ueberlegung scheint es mir jedoch, dass eine Privatanstalt dieser Art das Bedürfniss nicht befriedigen würde, dass die Prüfungsanstalt einen amtlichen Charakter tragen sollte. Dieser amtliche Charakter erscheint besonders mit Rücksicht auf die vielen Behörden nothwendig, welche vorzugsweise in die Lage kommen dürften, ihre Papiere und Schreibwaaren einer sachgemässen Prüfung zu unterwerfen. Die Anstalt, welche hierzu die meiste Veranlassung hat, ist ohne Zweifel die Ew. Excellenz unterstellte Reichsdruckerei. Diese Anstalt sollte eigentlich schon für den eigenen Bedarf eine solche Einrichtung besitzen; da dies aber nicht der Fall ist, und sie erst geschaffen werden muss, so könnte die Gründung einer allen Behörden und Privatpersonen zugänglichen Anstalt ins Auge gefasst werden. Der hierzu erforderliche Kostenaufwand beschränkt sich auf einige Instrumente, Chemikalien und die Anstellung eines geeigneten Technikers; und es ist anzunehmen, dass die zu erhebenden Gebühren die Kosten decken werden.

Nach Berichten englischer Fachblätter soll in London bereits eine amtliche britische Untersuchungsanstalt dieser Art bestehen.

Um den Schein zu vermeiden, als handle es sich um eine bureaukratische, nur den Interessen der Behörde dienende Anstalt, dürfte es sich empfehlen, dass dieselbe wie die Königl. Preuss. Versuchsanstalten einem Ausschuss von Fachmännern unterstellt würde. Auf diese Weise würde dieselbe in inniger Beziehung zu der Privat-Industrie stehen und die Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse und Wünsche der letzteren gewahrt bleiben. Diesem Ausschuss würde im Verein mit dem Direktor der Reichsdruckerei in erster Linie die Aufgabe zufallen, für die Geschäftsführung der Prüfungsanstalt bestimmte, allgemein giltige Vorschriften aufzustellen und deren sachgemässe Ausführung zu überwachen.

Die Vorstände der mitunterzeichneten Fachvereine sind auf Wunsch bereit, zu veranlassen, dass ein Mitglied jedes Vereins in diesen Ausschuss gewählt wird, und hegen das feste Vertrauen, dass unter Ew. Excellenz bewährter Leitung das erstrebte Ziel zum Nutzen und Heil der vaterländischen Industrie am sichersten erreicht wird.

In Erwartung eines hochgeneigten Bescheides verharre ich

Berlin, 11. Dezember 1882. Ew. Excellenz ganz ergebenster

*Carl Hofmann.*

Gezeichnet von:

Kommerzienrath *Alois Dessauer*, Aschaffenburg, Vorsitzender des Vereins Deutscher Buntpapierfabrikanten und des Schutzvereins der Papier-Industrie (*197* Mitglieder).

*Hermann Gmeiner*, Dresden, Präsident des Schutzvereins für den Papier- und Schreibwaaren-Handel (*215* Mitglieder), usw.

*Oscar Meissner*, Rathsdamnitz bei Stolp, Präsident des Vereins Deutscher Holzstoff-Fabrikanten (*165* Mitglieder).

*Philipp Dessauer*, Aschaffenburg, Vorsitzender des Vereins der Holzzellstoff-Fabrikanten (etwa *12* Mitglieder).

* * *

Dieser Antrag wurde infolge des Widerspruchs des Vereins Deutscher Papierfabrikanten und des Federkrieges, welcher daraus entstand, abgelehnt. Der nächste Schritt bestand in folgender Eingabe, die den Ausgangspunkt der amtlichen Papier- und Tinte-Prüfung bildet.

An
Seine Durchlaucht den Herrn Reichskanzler
Fürst von Bismarck.

Ew. Durchlaucht beehrt sich der Unterzeichnete zu hochgeneigter Kenntnissnahme Folgendes gehorsamst vorzutragen:

Die Einführung der Papiermaschine im Anfang dieses Jahrhunderts und der stets wachsende Verbrauch von Papier haben die Industrie gezwungen, fortwährend neue Ersatzstoffe für die früher allein verwendeten Lumpen zu suchen. Jetzt besteht Papier schon aus folgenden Rohstoffen, die sich fortwährend vermehren:

Lumpen aller Art,
Altem Papier,
Holzschliff, d. h. mechanisch zerkleinertem Holz,
Holzzellstoff, d. h. chemisch umgewandeltem Holz,
Stroh,
Espartogras,
Jute und anderen Pflanzenfasern,
Mineralien: Thonerde, schwefelsaurem Kalk und Baryt.

Manche dieser Stoffe, wie z. B. Holzschliff, verändern sich schon nach kurzer Zeit unter der Einwirkung der Luft, letzterer z. B. bräunt sich und lässt befürchten, dass die damit angefertigten Papiere dem Einfluss der Zeit nicht widerstehen werden. Die mineralischen Zusätze schaden, im Uebermaass verwendet, der Festigkeit und voraussichtlichen Beständigkeit.

Ausserdem zeigt die Erfahrung, dass manche Faserstoffe, welche aus rohem, dunklem Urzustand durch starke Lauge und Bleiche zu blendender Weisse gebracht sind, um so mehr geneigt sind, sich allmälig wieder ihrem ursprünglichen Zustand zu nähern, je gewaltsamer ihre Umwandlung erfolgt ist. Ob und wie viele Jahrzehnte und Jahrhunderte diese modernen Erzeugnisse der chemisch-technischen Industrie überdauern werden, kann in bestimmter Weise nur die Zukunft lehren.

Je mehr aber das Papier, der Träger all unseres Wissens, ein verkünsteltes Produkt wird, desto nothwendiger ist es, dafür zu sorgen, dass für die verschiedenen Bedürfnisse die geeigneten Sorten vorgeschrieben und beschafft werden. Damit dies mit möglichster Sicherheit geschehen kann, wäre vor allem eine Stelle zu schaffen, wo das Papier auf Festigkeit, Asche und sonstige Eigenschaften geprüft werden kann, wo alle hierzu nöthigen Einrichtungen und Sachkenntniss vereinigt sind. In diesem Augenblicke giebt es wahrscheinlich noch nirgends eine Anstalt dieser Art und keine Personen, welche die nöthige Erfahrung besitzen, obwohl mehrere Professoren Methoden und Maschinen zur Prüfung der Festigkeit des Papiers usw. geschaffen haben. Andere Industrie-Zweige besitzen dagegen seit Jahren in den Königl. Preussischen

mechanischen und chemisch-technischen Versuchsanstalten und der Prüfungsanstalt für Baumaterialien, Berlin, Klosterstrasse 35, solche Einrichtungen.

Der Unterzeichnete hat seit etwa zwei Jahren häufig Prüfungen und Begutachtungen von Papier für Private und Behörden vorgenommen, so gut es ihm seine Hilfsmittel und Kenntnisse gestatteten, ist aber zu der Ueberzeugung gekommen, dass nur eine amtliche dauernde Stelle das Bedürfniss befriedigen und nach Ansammlung der nöthigen Erfahrung zuverlässige Entscheidungen fällen könne. Die amtliche Eigenschaft schliesst den Verdacht der Beeinflussung aus, und die gesammelten Erfahrungen werden nicht Eigenthum des betreffenden Vorstehers, sondern des Amtes. Ausserdem braucht auch der Staat in erster Linie bei Beschaffung des eigenen Bedarfs von Papier und Schreibwaaren eine solche Anstalt, die den Behörden bei den Submissionen die nöthige Anleitung und Kontrolle bieten könnte.

Nicht weniger als Papier verdient die moderne Tinte genaue Prüfung, da manches derartige Fabrikat keine Dauer verspricht.

Eine Prüfungsanstalt für Papier- und Schreibwaaren sollte ausserdem auch der Industrie und Wissenschaft dienen, indem sie den Einfluss der verschiedenen Fasern und Fabrikationsmethoden auf die Eigenschaften und Dauerhaftigkeit des Papiers ermittelte.

Die Kosten der Anstalt würden voraussichtlich durch die für die Prüfungen zu erhebenden Taxen ganz oder grösstentheils gedeckt. Im Einverständniss mit dem Direktor der Reichsdruckerei, Herrn Geh. Reg.-Rath Busse, hat der Unterzeichnete deshalb an Seine Excellenz den Herrn Staatssekretär Dr. Stephan am 11. Dezember 1882 die in Anlage 1 im Abdruck beigefügte Petition gerichtet, welche von vier Fachvereinen der Papierindustrie mit etwa 600 Mitgliedern unterstützt ist. Nur der Vorstand deutscher Papierfabrikanten (134 Mitglieder) hat sich der Petition nicht angeschlossen, dieselbe sogar angefeindet. Die irrthümliche Auffassung, welche diesem Verhalten zu Grunde lag, erhellt daraus, dass das erbetene Institut von dem Geschäftsführer des Vereins öffentlich als: »Polizeiliche Prüfungsanstalt« bezeichnet wurde. Zwischen dem Vereinsvorstand und der Papier-Zeitung des Unterzeichneten entstand hieraus ein Federkrieg, welcher vermuthlich Veranlassung war, dass Seine Excellenz der Staatssekretär Herr Dr. Stephan mit dem in Anlage 2 (Papier-Zeitung von 1883, Nr. 8) abgedruckten Schreiben das Gesuch ablehnte. Schon vor dieser Ablehnung wurden mir seitens des grossen Generalstabs Papiere zur Begutachtung unterbreitet. Seit Ablehnung desselben habe ich mit Herrn Reg.-Rath und Professor Sell die Prüfung von etwa 80 Papiersorten aus den verschiedenen Ministerien ausgeführt, welche auf Ew. Durchlaucht Befehl durch den Direktor der Staatsarchive, Herrn Geh. Rath von Sybel, unter Zuziehung sämmtlicher Ministerialressorts veranlasst worden ist. Ueber das Ergebniss dieser Versuche wird demnächst eingehender Bericht erfolgen. Ausserdem bin ich in letzter Zeit vom Kaiserl. Patentamt und mehreren Privaten mit der Untersuchung von Papier betraut worden. In Anlage 3 ist ein Fall aus dem Privatleben dargestellt.

Diese neuesten Erfahrungen haben mich mehr als je von der Nothwendigkeit einer amtlichen Prüfungsanstalt überzeugt, und ich halte es deshalb trotz des ablehnenden Bescheids Seiner Excellenz Dr. Stephan im öffentlichen und im Fachinteresse für geboten, die Bemühungen für Errichtung einer solchen nicht aufzugeben.

Eine Anstalt, die nicht nur den Behörden, sondern auf Verlangen und gegen Bezahlung auch Privaten zu Diensten stünde, würde dem Bedürfniss am meisten entsprechen. Sollte jedoch die Errichtung einer solchen aus irgendwelchen Gründen zur Zeit auf Hinderniss stossen, so könnte man auch eine ausschliesslich den Behörden und der Wissenschaft dienende Prüfungsanstalt als ersten Schritt auf diesem Wege freudig begrüssen. Auch sie wäre im Stande, die erforderlichen Erfahrungen zu sammeln, und ihr Wirkungskreis könnte später beliebig ausgedehnt werden.

Unsere Industrie erfreut sich schon so vieler Beweise der besonderen Fürsorge Ew. Durchlaucht, dass ich glaube, auch für diese Angelegenheit um wohlwollende Berücksichtigung bitten zu dürfen.

Ich erlaube mir noch, betreffs der Aufgaben, welche einer solchen Prüfungsanstalt zufallen würden, auf Anlage 4 zu verweisen, stelle mich betreffs näherer Erläuterungen gern vollständig zur Verfügung und verharre in Erwartung eines geneigten Bescheids

Ew. Durchlaucht gehorsamster

Carl Hofmann,
Mitglied des Kaiserlichen Patentamts
Herausgeber der Papier-Zeitung.

Berlin W., 24. März 1883.
Potsdamerstr. 134.

*

Der Reichskanzler verfügte, dass die Anstalt nach den Vorschlägen des Antragstellers errichtet werde, und beauftragte die Königliche Kommission zur

Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten mit der Ausführung.

Der Antragsteller trat der neuen Anstalt die Instrumente ab, mit welchen er bisher alle Prüfungen ausgeführt hatte, und gab diesen Theil seiner Thätigkeit auf. Er machte der Königlichen Kommission eingehende Vorschläge für die Gestaltung der Anstalt, für Ausführung der Prüfungen und die dafür anzusetzenden Preise. Sein Antrag, dass der Anstalt ein berathender Ansschuss von Sachverständigen beigegeben werde, in welchen jeder Papier-Fachverein ein Mitglied entsenden sollte, wurde jedoch nicht ausgeführt.

*

Nachstehende Zuschriften des damaligen Vorsitzenden der Kommission legen für den Eifer der Behörden bei Errichtung der Anstalt Zeugniss ab.

An
das Mitglied des Kaiserlichen Patentamtes, Redakteur der
Papier-Zeitung, Herrn Ingenieur C. Hofmann,
Wohlgeboren
V. A. 314. Hier.

Berlin, den 3. Dezember 1883.

Die Herren Minister für Handel und Gewerbe und der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten haben uns aus Anlass der Eingabe vom 24. März d. J., betreffend die Errichtung einer staatlichen Prüfungsanstalt für Papier und Schreibwaaren, beauftragt, mit Ew. Wohlgeboren wegen der Modalitäten der Ausrüstung einer solchen Anstalt in Verbindung zu treten.

Die Anstalt, welche sich wenigstens vorläufig auf die Untersuchung und Prüfung von Papier zu beschränken hätte, würde als Abtheilung der Königlichen Mechanisch-technischen Versuchsanstalt organisirt werden können und dem Vorsteher derselben unter der besonderen Leitung eines geeigneten Assistenten untergeben sein.

Wir erbitten nunmehr Ihre gefällige Ansicht über die Art, Zahl und Kosten der erforderlichen Instrumente, über den für die Aufstellung und Benutzung derselben nöthigen Raum und über die damit zu erzielenden quantitativen Leistungen bei ununterbrochener Benutzung an den Wochentagen. Ferner erbitten wir unter ergebenster Beifügung der in der Anlage enthaltenen Vorschriften einen sich an das Reglement für die Benutzung der Königlichen Mechanisch-technischen Versuchsanstalt anschliessenden Entwurf zu Bestimmungen für die Benutzung der neu zu errichtenden Abtheilung für Papierprüfung.

Indem wir auf Ihre Bereitwilligkeit zu einer Mitwirkung auch bei event. Einübung der erforderlichen Hilfskräfte für die Ausführung der betreffenden Arbeiten zählen zu dürfen glauben, bemerken wir ergebenst, dass unser Mitglied, Geheimer Berg-Rath Dr. Wedding, gern bereit sein wird, Ihnen etwa gewünschte weitere Auskunft über die bestehenden Verhältnisse mündlich zu ertheilen.

Königlische Kommission
zur Beaufsichtigung der technichen Versuchs-Anstalten.
v. Moeller.

*

An
das Mitglied des Kaiserlichen Patentamts
Herrn C. Hofmann
Wohlgeboren
V. A. 342. Hier.

Berlin, den 3. Januar 1884.

Ew. Wohlgeboren sprechen wir zuvörderst für die gefällige Mittheilung Ihrer Ansichten über Art, Zahl und Kosten der zur Einrichtung einer Papierprüfungsanstalt erforderlichen Instrumente, den nöthigen Raum und die voraussichtlichen Leistungen, sowie für die Ausarbeitung eines Entwurfs zu Bestimmungen für die Benutzung einer solchen Anstalt und die Vorschläge zur Leitung derselben, endlich für die Bereitwilligkeit, uns bei der eventl. Einrichtung mit Rath und That unterstützen zu wollen, unseren ergebensten Dank aus.

Die uns vorgesetzten Herren Minister für Handel und Gewerbe und der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten haben indessen auf Anregung des Herrn Reichskanzlers bestimmt, dass bei der Einrichtung einer Papierprüfungs-Anstalt gleichzeitig auch auf die Prüfung der Beschaffenheit der Tinte Rücksicht genommen werde, da das beste Papier keine Bürgschaft biete, wenn die Tinte verblasse, oder das Papier zerstöre. ➔

Ew. Wohlgeboren ersuchen wir daher ergebenst, Ihre Vorschläge vom 22. Dezember v. J. noch nach dieser Richtung hin gefälligst vervollständigen zu wollen, und zwar auf den Grundlagen, welche inzwischen in einer Besprechung mit unserem Mitgliede, dem Geheimen Bergrath Dr. Wedding, auch von Ihnen als zweckentsprechend bezeichnet worden sind. Ganz besonders wird darauf Rücksicht zu nehmen sein, dass die Prüfung der Tinte nicht nur auf ihre chemische Konstitution und ihre Anwendbarkeit bei Normalpapieren beschränkt werden darf, sondern auch auf irgend eine bestimmte, in der Papierprüfungs-Anstalt untersuchte Papiersorte ausgedehnt werden kann.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchs-Anstalten.
v. Moeller.

*

In der Zuschrift vom 3. Januar erscheint zuerst das Wort Normalpapier, mit welchem man die Papiere bezeichnet, welche die für Behörden-Papiere vorgeschriebenen Eigenschaften besitzen.

Die Vorschriften für Lieferung und Prüfung von Papier zu amtlichen Zwecken wurden vom Preussischen Staatsministerium am 5. Juli 1886 erlassen und am 17. November 1891 auf Grund von Erfahrungen und Berathungen durch neue ersetzt, welche am 1. Januar 1893 in Kraft traten. Diese sowie die über Tinte erlassenen Vorschriften sind abgedruckt in der Schrift »Normal-Papier« (Verlag von Carl Hofmann, Berlin W 9, Preis 3 M.)

Vor Erlass dieser Bestimmungen war die Abtheilung für Papier-Prüfung schon in Betrieb, welche nach den oben dargestellten Vorgängen der Königlich Mechanisch-technischen Versuchs-Anstalt zu Charlottenburg bei Berlin angegliedert wurde. Sie hat auf Erfordern der Behörden zu ermitteln, ob die gelieferten Papiere die vorgeschriebenen Eigenschaften besitzen, steht in gleicher Weise Jedermann gegen bestimmte Gebühren zu Diensten und führt wissenschaftliche Untersuchungen aus.

Es kann nicht in Abrede gestellt werden, dass den Papierfabrikanten, welche Behörden-Papiere liefern, durch die strengen Bestimmungen viel Arbeit erwachsen ist, und es scheint begreiflich, dass sie sich dagegen wehrten, so lange sie konnten. Anderseits wird aber jeder Einsichtige zugestehen, dass etwas geschehen musste, um den Behörden dauerhafte Papiere zu sichern, und dass dieser Zweck durch die »Bestimmungen« in Verbindung mit der Prüfungsanstalt erreicht wird. Infolge dieser umwälzenden Maassregeln wird jetzt auf Erzielung fester dauerhafter Papiere allgemein mehr Werth gelegt, und es ist anzunehmen, dass unsere »Normalpapiere« nach und nach nicht nur im Inlande, sondern auch im Auslande einen grossen Markt finden werden. Die von 1893 ab in diesen Papieren erscheinenden Wasserzeichen der Erzeuger werden das Vertrauen der Verbraucher noch verstärken. Hoffentlich wird mit diesen Bestimmungen und Einrichtungen dem fortgesetzten Niedergange der Qualität ein Halt geboten, und die Durchschnitts-Güte der besseren Sorten gehoben.

Einige andere Staaten haben bereits Prüfungsanstalten nach dem Vorbild der deutschen eingerichtet.

**643. Festigkeit und Dehnung.** Seit vielen Jahrzehnten suchte man die Festigkeit von Papier, d. h. das Gewicht oder die Kraft, welche einen Streifen Papier zum Reissen bringt, auf mechanischem Wege zu ermitteln. Das gegen Ende der 70er Jahre erschienene Dasymeter Horack's kam diesem Bedürfniss entgegen, indem

es mit einem Zeiger auf einem Zifferblatt die Kraft angab, welche zum Zerreissen eines eingespannten Streifens aufgewandt wurde und gleichzeitig an einem Maassstab zeigte, um wie viel das Papier dabei ausgelängt, d. h. gestreckt wurde.

Eine wesentlich verbesserte Einrichtung war der unter Anleitung des Geh. Reg.-Rath Prof. Hartig in Dresden von dessen Schüler Reusch erdachte Festigkeitsprüfer, welcher Seite 355 Jahrgang 1885 der Papier-Zeitung beschrieben wurde. Derselbe lieferte von der während des Verlaufs einer Zerreissprobe aufgewandten Kraft und der dabei erfolgten Dehnung ein mit Bleistift gezeichnetes Diagramm. Der Mechaniker der Polytechnischen Schule in Dresden, Oskar Leuner, vereinfachte und verbesserte den Prüfer und gab ihm die in »Normal-Papier« Seiten 18 bis 20 beschriebene Bauart.

Da die zum Zerreissen eines Streifens nöthige Kraft je nach Dicke oder Gewicht des Papiers sehr verschieden ist, so kann man aus ersterer allein keine vergleichenden Schlüsse ziehen. Prof. Hartig führte deshalb den Begriff »Reisslänge« für derartige Prüfungen ein, d. i. die Länge eines frei aufgehängten, beliebig, aber gleichmässig breiten Streifens in Metern, welcher durch sein Eigengewicht am Aufhängepunkt reisst. Man ermittelt die Reisslänge, indem man berechnet, wie lang ein Streifen von der bei der Prüfung benützten Breite sein müsste, um so viel zu wiegen, wie die bei der Prüfung ermittelte Reissgewichtszahl angiebt. Man stellt also folgende Frage: Wenn ein Streifen von der Länge $L$ und dem Gewichte $S$ bei einer Belastung $p$ zerreist, wieviel Meter davon sind erforderlich, um das Gewicht $p$ zu erreichen?

Bezeichnen wir die unbekannte Länge mit $R$, so ist $R : p = L : S$ oder

$$\frac{\text{Reisslänge}}{\text{Reissgewicht}} = \frac{\text{Streifenlänge}}{\text{Streifengewicht}}; \; R = \frac{L}{S} p$$

*Feinheitsnummer* heisst das Verhältniss $\frac{L}{S}$, welches für gleichbreite Streifen eines und desselben Papiers unveränderlich ist.

*Bruchdehnung* ist derjenige in Prozenten ausgedrückte Betrag, um welchen sich der Versuchsstreifen dehnen lässt, bevor er zerreist.

Ist das Reissgewicht eines Probestreifens ermittelt, so wird derselbe dicht vor den Klemmen abgeschnitten und sein Gewicht bestimmt. Ist z. B. die Länge des Probestreifens 180 mm, das Gewicht = 200 g und Reissgewicht = 3000 g, so ist $R = \frac{180}{200} . 3000$, also Reisslänge = 2700 m oder 2,7 km.

Der *Wendler'sche*, in Figg. 1718 und 1719 dargestellte Festigkeits-Prüfer kann als Verbesserung der Hartig-Leuner'schen Einrichtung gelten und besteht im wesentlichen aus zwei parallelen, auf Metallblöcken ruhenden Schienen, auf welchen ein kleiner zweirädriger Wagen läuft. Die Achse dieses Wagens ist auf der einen Seite mit der kräftigen Spiralfeder $R$ verbunden, auf der andern Seite sitzt die Klemme $f$. Hier wird bei der Prüfung ein Ende des Papierstreifens eingeklemmt. Das andere Ende wird von der gleichartigen Klemme $d$ ergriffen und durch Antrieb der Schraubenspindel $H$ bis zum Reissen gespannt.

Um die Prüfung vorzunehmen, schneidet man zunächst auf dem beigegebenen Streifenmesser einen Papierstreifen von 15 mm Breite und reichlich 20 cm Länge. Zwei parallele, feststehende Schneiden ermöglichen die Herstellung parallelkantiger Streifen von stets übereinstimmender Breite.

Vor dem Einspannen des Streifens müssen die beiden Klemmvorrichtungen so gestellt werden, dass sie genau 18 cm von einander entfernt sind. Dies ist der Fall, wenn der feststehende Nullstrich des Maassstabes $M$ mit dem beweglichen Nullstrich der Marke $g$, und anderseits der Nullstrich von Maassstab $h$ mit dem von Marke $n$ zusammenfällt. Um die erstge-

nannten Nullpunkte in Uebereinstimmung zu bringen, hält man durch Anziehen der Schraube *l* die Zugfeder *R* auf dem Punkte fest, welchen sie im Zustande der Unthäthigkeit einnimmt, und rückt das auf der Schiene gleitende Metallstück *g* hart an den mit einem Kniestück an der Wagenachse befestigten Schlepper *c* an. Jetzt bezeichnet der Nullstrich auf *g* die Stelle, auf welcher bei vollständig mangelnder Kraftwirkung der Nullstrich des Maassstabes *M* stehen muss. Durch Schrauben kann der Maassstab, falls er nicht schon dort stehen sollte, an diese Stelle gerückt werden, von welcher die Abmessung der Kraftwirkung ihren Anfang nimmt.

Um die Nullstriche des Maassstabs *h* und der Marke *n* in Uebereinstimmung zu bringen, kann man die Verbindung der Schraubenspindel *H* mit der Schraubenmutter im Zahnrad *E* lösen, so dass sich erstere ohne Zeitverlust verschieben lässt. Diese Loslösung geschieht in einfacher Weise durch eine Drehung der am Rade *E* befindlichen Kapsel *G* um etwa 45 Grad, wobei die Spindel vom Eingriff des zweitheilig ausgeführten Muttergewindes befreit wird. Hierauf verschiebt man die Spindel *H* mit dem Querstück *K* so lange, bis die Nullstriche von *h* und *n* zusammenfallen, und macht dann durch Wiedereinsetzen der Mutterschraubentheile auch die zweite Klemmvorrichtung unbeweglich.

Nun kann man den Papierstreifen zwischen *f* und *d* fest und straff einspannen. Die wellig gestalteten Klemmbacken beider Mäuler sind mit feinem Leder überzogen, so dass stärkste

Fig. 1718.

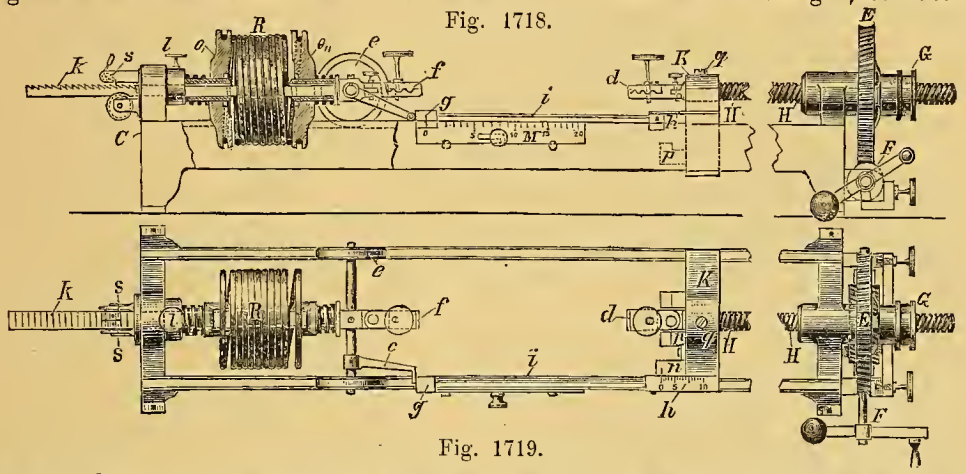


Fig. 1719.

Reibung entsteht, und der einmal eingespannte Streifen nicht wieder herausgleiten kann. Sitzt der Streifen mit mässiger Spannung fest, so löst man auch die Hemmung der Feder *R* und bewirkt die Spannung durch Drehung des Rades *E*, oder, bei genaueren Untersuchungen, durch Drehung der Kurbel *F*.

Wenn der Streifen reisst, verharrt nicht allein Spindel *H*, sondern auch der Wagen mit Feder *R* fest auf dem zuletzt innegehabten Platz. Dies wird dadurch erreicht, dass in die Zahnstange *k* 2 Sperrklinken *s* und *s* eingreifen. So lange die Feder angezogen wird, gleiten sie lose über die Verzahnung, fassen aber sofort ein, wenn die Feder nach Ueberwindung des vom Versuchsstreifen gebotenen Widerstandes zurückschnellen will. Um störende Erschütterung zu verhüten, sind die beiden Sperrklinken differenzirt. Wenn nämlich die eine Klinke sich fest gegen einen Zahn stemmt, ruht die andere locker auf dem schrägen Rücken eines andern Zahnes. Der Rückgang der Feder nach erfolgtem Riss wird dadurch auf kleinste Maasse verringert. Jede Sperrklinke *s* ist mit Griff zum Zurücklegen versehen.

Auf dem Maassstab *M* ergiebt jetzt der Abstand der beiden Nullstriche die Grösse der zum Zerreissen des Versuchsstreifens aufgewendeten Kraft. So viele Einheiten dort notirt sind, so viele Kilo waren zum Zerreissen erforderlich. Die Marke *n* notirt auf der Skala *h* die Grösse der Dehnung in Prozenten. An beiden Stellen giebt also der Prüfer unmittelbare und absolute Grössen. Wie man aus dem ermittelten Kraftwerth die Reisslänge berechnet, ist oben angegeben. Beigegebene Tabellen vereinfachen das Rechnen, indem sie nach Ermittelung des Streifengewichts die sogenannte »Feinheitsnummer« angeben, d. h. die Länge eines Streifens von 15 mm Breite, welcher 1 g wiegt, in Metern.

Die Papierdehnung wird durch folgende Vorrichtung auf dem Maassstab *h* angegeben: Wenn die Feder *R* dem Zuge des von der Schraubspindel bewegten Prüfungsstreifens folgt, stösst der Schlepper *c* die Marke *g* vor sich her. Stand letztere beim Beginnn der Spannuug auf dem Nullpunkt der Skala *M*, so muss ihr Stand nach erfolgtem Riss den Werth der angewendeten, zum Dehnen und Zerreissen des Streifens erforderlichen Kraft angeben.

Genau den gleichen Weg wie das auf der Schiene sich bewegende Gleitstück $g$ legt aber auch das gleichartige, damit verbundene Gleitstück, auf welchem Skala $h$ befestigt ist, zurück. Es begleitet also beim Antrieb der Spindel die Marke $n$ ein gutes Stück. Die Marke $n$ aber, welche am Querstück $K$ befestigt ist und dem unelastischen Zuge der Schraubspindel $H$ folgt, muss noch einen um so viel längeren Weg zurücklegen, als der Streifen sich unter der Spannung dehnt. Der Abstand der beiden Nullstriche von $h$ und $n$ ergiebt also das Maass der Dehnung. Die Länge des Prüfungsstreifens beträgt 18 cm, die Länge des Maassstabs auf $g$ 18 mm; jeder der 10 Theile des letzteren ergiebt also 1,8 mm = 1 Prozent Dehnung, und feine Unterabtheilungen gestatten auch noch Bruchtheile von Prozenten abzulesen.

Dem Prüfer sind zwei Zugfedern beigegeben, welche einer Höchstbelastung von 8 und von 20 kg genügen. Erstere dient für feineres, letztere für kräftiges Papier. Um die Federn auszuwechseln, drückt man nach Aufhebung der Sperrklinken $s$ den Wagen gegen die Feder und dreht ihn im Winkel von 90 Grad nach rechts oder links herum. Dabei gleiten zwei an der Zahnstange sitzende Stifte aus entsprechenden Einschnitten der Federbrücke heraus; der

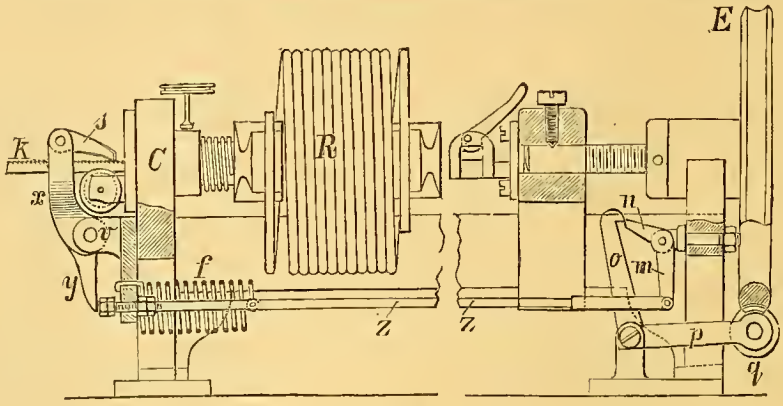



Fig. 1720.

Zusammenhang zwischen Wagen und Feder wird gelöst, ersterer kann entfernt und letztere herausgenommen und durch eine andere ersetzt werden, indem man dieselben Hantirungen in umgekehrter Reihenfolge ausführt.

Eine Verbesserung des Wendler'schen Festigkeitsprüfers erfolgte durch die von Herrn Prof. A. Martens ausgearbeitete selbstthätige Ausrückvorrichtung. Wenn bei der ursprünglichen Ausführung des Prüfers der Streifen riss, bewegte sich der angetriebene rechtsseitige Theil des Apparats mit dem Querstück $K$ und der Klemme $d$ meist noch ein kurzes Stück weiter, weil es bei dem oft unerwartet eintretenden Reissen dem Arbeitenden nur selten gelingt, genau im richtigen Augenblick mit dem Drehen innezuhalten. Gewöhnlich wird das als Handrad benutze Rad $E$ noch um eine Viertel- oder halbe Drehung mitgenommen, und infolgedessen markirt sich auf Maassstab $h$ die Dehnung falsch.

Um dies zu verhüten, wurde die in Fig. 1720 veranschaulichte Vorrichtung angebracht, welche im Augenblicke des Reissens die in der Versuchsanstalt zum Antrieb des Rades $E$ benutzte Schraube ohne Ende $q$ sofort ausrückt.

Als Antrieb zum Ausrücken wird die beim Reissen des Streifens plötzlich freiwerdende Spannkraft der Triebfeder $R$ benutzt. Dieselbe wirkt in nachstehend beschriebener Weise:

Die Sperrklinken $s$ hängen nicht wie bei der ursprünglichen Bauart in einem festen Ansatz des Gestells $C$, sondern an dem oberen Arm $x$ eines um $v$ schwingenden Hebels. Wenn der Streifen reisst, so hat die Triebfeder das Bestreben sich zusammenzuziehen und die Zahnstange nach hinten herauszustossen. Vermöge der Anordnung des Hebels $x\,y$ wird sie in diesem Bestreben nicht völlig gehindert, sondern sie kann mittels der in die Zahnstange $k$ eingreifenden Sperrklinken den Hebelarm $x$ soweit zurückdrücken, bis Hebelarm $y$ gegen einen festen Punkt stösst. Hebel $y$ schiebt auf seinem kurzen Wege unter Ueberwindung der Feder $f$ die Stange $Z$ nach rechts, bewegt dabei den Sperrhebel $m\,n$ und löst den Haken des Winkelhebels $o\,p$ aus, an welchem die Antriebsschnecke $q$ befestigt ist. Letztere fällt herab, und die Drehung des Rades $E$ hört sofort auf.

Diese Einrichtung ist besonders für die amtliche Versuchsanstalt zu Charlottenburg von Werth, welche ihre Prüfer mit Wasserdruck antreibt.

Louis Schopper in Leipzig brachte 1890/91 einen Papierprüfer, welcher den Vorzug hat, dass die zum Zerreissen der Papierstreifen nöthige Kraft nicht durch Vermittlung einer Feder, sondern wie bei Briefwaagen durch das zum Zerreissen aufgewandte Gewicht festgestellt wird. Diese Verbesserung und sonstige bequeme Handhabung haben ihm zu rascher Verbreitung verholfen. Der Schoppersche Prüfer ist in Figg. 1721 und 1722 dargestellt.

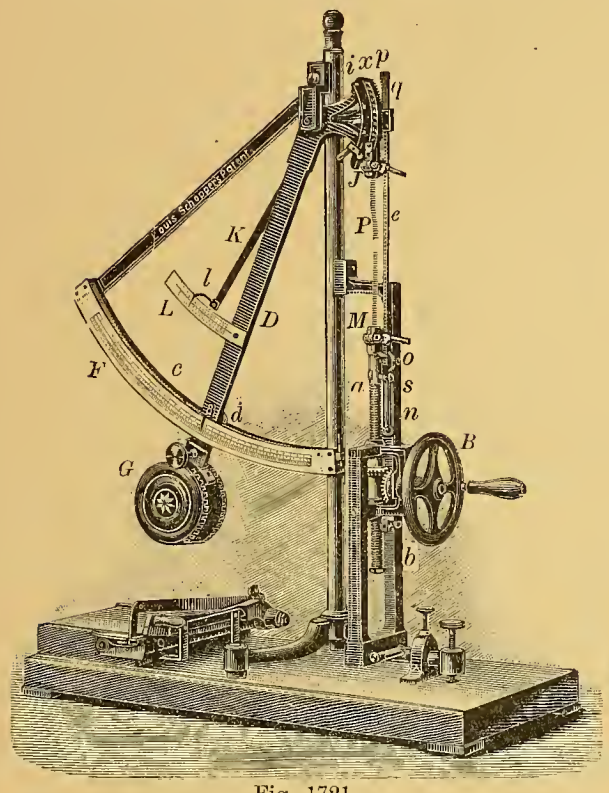



Fig. 1721.

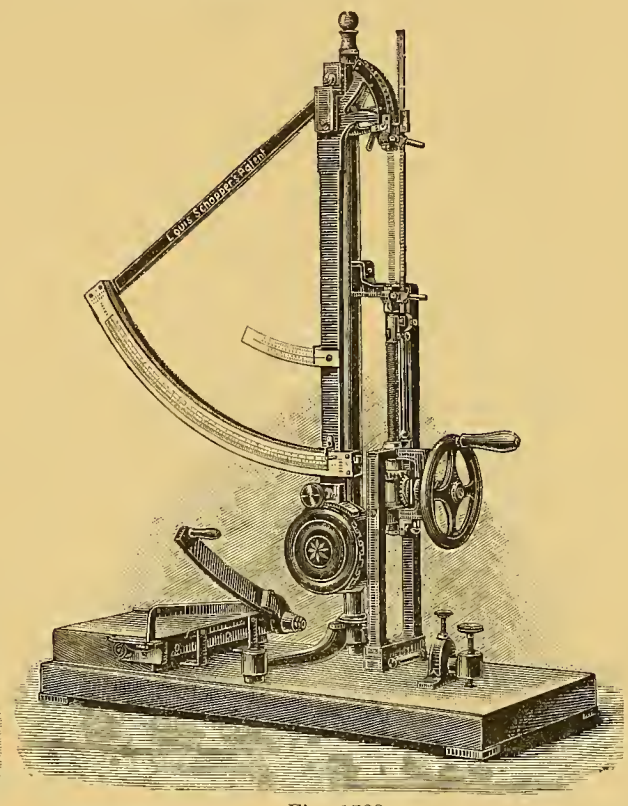


Fig. 1722.

Der in der üblichen Länge von 18 cm zugeschnittene Prüfungsstreifen $P$ wird zwischen die Klemmen $J$ und $M$ gespannt. Die Klemme $J$ steht mittels einer kleinen Kette mit einem am oberen Ende des Hebels $D$ angebrachten Bogensegment in Verbindung. Am unteren Ende des Hebels $D$ ist das Gewicht $G$ befestigt.

Wenn nun auf den Streifen $P$ von unten her ein Zug ausgeübt wird, so muss das Gewicht $G$ diesem Zug folgen. Je weiter es dabei nach links rückt, desto mehr muss es senkrecht ansteigen, und sein Widerstand gegen dieses Ansteigen wächst, bis der gezerrte Streifen zerreisst. Sperrklinken $d$ halten das Gewicht $G$ in seiner letzten Stellung fest, und man kann dann auf der Segmentskala $F$ die Stärke der angewandten Kraft ablesen.

Das Herabziehen des Prüfungsstreifens wird durch Drehen des Handrades $B$ bewirkt. Dabei bewegt sich das Gleitstück, an welchem die Klemme $M$ befestigt ist, langsam nach unten.

Durch den Niedergang des Gleitstücks wird mittels der Zahnstange $e$ noch ein zweiter Hebel $K$ in Bewegung gesetzt. Da die starre Zahnstange nicht wie der elastische Papierstreifen nachgeben kann, so wird Hebel $K$ stärker bewegt als der Haupthebel $D$. Der Unterschied zwischen den beiden Hebelstellungen nach erfolgtem Riss ergiebt daher das Maass der Dehnung. Dasselbe kann an der kleinen an Hebel $D$ befesigten Skala $L$ in mm abgelesen werden.

Vor Beginn der Prüfung wird die Stellung des Prüfers durch Anziehen der Stellschraube im Fuss so geregelt, dass der Zeiger des Hebels $D$ genau auf der Null-Linie der grossen Bogenskala $F$ steht. Hebel $K$ wird durch Drehen des Handrades $B$ auf Null gestellt. Während man den Streifen einspannt, wird der Gewichtshebel durch Einstecken eines Stifts festgehalten.

Der Prüfer hat dann die in Fig. 1722 gezeigte Stellung.

Ist die Einspannung erfolgt, so beseitigt man den Einsteckstift, lässt die drei Sperrklinken *d*, welche stufenförmig neben einander liegen und den unerwünschten Rückgang des Hebels *D* auf einen Mindestbetrag verringern, in die Sperrzähne fallen und setzt das Handrad in Bewegung. Wenn das Papier zerreisst, hält man mit Drehen inne, liest die gewonnenen Werthe ab, und berechnet daraus oder besser aus den Mittelwerthen mehrerer Prüfungen die Reisslänge. Die Dehnung wird von der kleinen Skala angegeben.

**644. Widerstand gegen Zerknittern.** Händler und Verbraucher beurtheilen die Güte von Papier nach dessen Weisse, Reinheit, Griff, Klang, Verhalten beim Einreissen und besonders beim Zerknittern in der Hand. Letztere Probe wird ausgeführt, indem man ein genügend grosses Stück so in der Hand zusammenkrempelt und reibt, wie man es mit einem Stück Leinen- oder Baumwollgewebe macht, welches man wäscht. Bei solchem trockenen Waschen wird das Papier nach allen Richtungen zerknittert, und man fühlt in der Hand besser als es sich beschreiben lässt, ob und in welchem Grade das Papier zähe, fest, elastisch, biegsam usw. ist. Bei nachherigem Auseinanderfalten zeigt sich, ob das Blatt gebrochen ist, ob es die grobe Be- und Misshandlung ertragen oder sonstigen Schaden gelitten hat. Durch stete Prüfung dieser Art erlangt der Fachmann so feines Gefühl für das Verhalten des Papiers, dass er nach solchem »Waschen« die Güte richtig beurtheilen kann, vielleicht zutreffender als er es durch Ermittlung der Festigkeit in Form von Reisslänge, Dehnung u. s. w. könnte. Erfahrung hat auch gelehrt, dass Papier von grosser Reisslänge und Dehnung häufig wenig Haltbarkeit besitzt. Bei dem Krempeln in der Hand wird das Papier vielfach gefaltet, gerieben, gezerrt und erfährt in wenig Sekunden eine Behandlung, die längerer Verwendung möglichst nahe kommt und die Widerstandsfähigkeit gegen die am meisten vorkommenden Einwirkungen erkennen lässt. Eine Prüfung dieser Art erhält jedoch nur Werth durch Erfahrung, Sachkenntniss und das mehr oder weniger feine Gefühl des Ausführenden, und diese Abhängigkeit von der Person lässt sie zu sachlichen unanfechtbaren Ermittlungen ungeeignet erscheinen.

Da die Zerreissfestigkeit und Dehnung allein kein genügendes Urtheil über die Güte des Papiers zulässt, so musste bei Einführung der amtlichen Prüfung ein Ersatz für das althergebrachte »Waschen« gefunden werden, welcher von der Person und Erfahrung des Ausführenden möglichst unabhängig ist. Der Vorsteher der Papierprüfungs-Abtheilung der technischen Versuchs-Anstalten zu Charlottenburg, Herr Herzberg, beschreibt das dort geübte Verfahren in seiner 1888 erschienenen »Papier-Prüfung« mit folgenden Worten:

Ein halber Bogen des zu prüfenden Papiers wird zunächst fest zusammengeballt, dann wieder aufgewickelt und dieser Prozess einige Male wiederholt, bis der Bogen voll kurzer Kniffe ist; Papiere von äusserst geringer Festigkeit erhalten hierbei bereits Löcher, sodass der Widerstand gegen Zerknittern bei diesen als »aussserordentlich gering« bezeichnet werden muss.

Das gekniffte Papier wird nunmehr mit voller Hand gefasst und tüchtig zwischen den Handballen gerieben, etwa so, wie die Waschfrau die Wäsche beim Reinigen behandelt. Bei einiger Uebung in der Ausführung dieses Versuchs hält es nicht schwer, aus der Reihe der 7 Beurtheilungsgrade von 0 = ausserordentlich gering bis 7 = ausserordentlich gross, wie solche in der Versuchsanstalt gebräuchlich sind, den passenden auszuwählen.

Um unter den Beamten einen thunlichst einheitlichen Maassstab für die Beurtheilung des Widerstandes gegen Zerknittern zu schaffen, ist die Anordnung getroffen, dass die einschlägigen Versuche stets von mehreren Personen gleichzeitig ausgeführt werden. Auf diese Weise ist es erreicht worden, dass die Beurtheilung selbst dann recht gleichwerthig ausfällt, wenn die Beamten ganz unabhängig von einander den gleichen Stoff prüfen.

Da diese Prüfungsart vom Gefühl des Beobachters abhängig ist, so kann der Fabrikant nie bestimmt wissen, ob die Ergebnisse der Prüfungsanstalt mit den in der Fabrik gefundenen übereinstimmen werden. Diese Unsicherheit, deren Folgen in häufiger Beanstandung von Normalpapieren zu Tage traten, veranlasste den Verein Deutscher Papierfabrikanten, von den Behörden die Beseitigung der Prüfung des Knitterwiderstandes zu verlangen. Er wurde aber abschlägig beschieden unter Hinweis auf die Wichtigkeit dieser Prüfung und den Mangel zweckmässiger dafür geeigneter Maschinen.

Im Sommer 1896 beschrieb Professor E. Pfuhl in Riga in Nrn. 66—87 der Papier-Zeitung einen mechanischen Knitterer, für den er das Deutsche Patent 86 331 erhalten hat. Die Wirkungsweise des Knitterers wird durch den Erfinder folgendermassen beschrieben und durch Querschnitt-Skizzen Figg. 1723, 1724, 1725 erläutert:

Der zu prüfende Papierstreifen $PP^1$ wird durch eine Klemmvorrichtung bei $a$ am Umfange einer Metallwalze $G^1$ befestigt. Diese mittels Doppelkurbel in Lagern drehbare Walze wird auf der unteren Seite von einer Mulde $K$ umgeben, auf deren etwas vorstehenden, 15 mm breiten Rändern eine Gummiplatte $G$ aufgeschraubt ist, die aber die Walze nicht oder nur ganz leicht berührt.

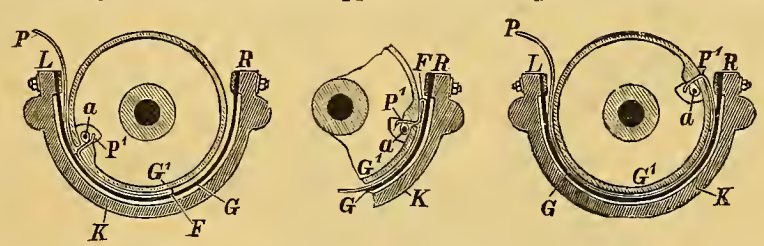


Fig. 1723. Fig. 1724. Fig. 1725.

Man dreht die Walze mit dem eingeklemmten Papierstreifen entgegen dem Uhrzeiger so, wie Fig. 1723 andeutet, dass sich der Papierstreifen in einfacher Lage zwischen Walze und Gummi und die Klemmvorrichtung $a$ etwas oberhalb der Mulde bei $R$ befindet.

Pumpt man Luft in den Hohlraum zwischen Gummiplatte $G$ und Mulde $K$, so wird erstere gehoben und drückt den Papierstreifen fest an die Walze. Die Grösse dieses Druckes kann man durch ein Manometer messen und somit stets beliebigen Druck wieder hervorbringen. Dreht man jetzt die Walze $G^1$ rückwärts, also im vorliegenden Falle mit dem Uhrzeiger, so biegt sich, wie Fig. 1724 andeutet, der Streifen von selbst um, da das auf dem Gummi liegende Papierstück durch Reibung zurückgehalten wird, es entsteht eine Schleife $F$, die sich, mit der Drehung fortschreitend, zum Buge verdichtet, sobald sie zwischen die Druckflächen gelangt. Die Bugstelle $F$ schreitet beim Weiterdrehen der Walze, wie Fig. 1725 zeigt, in welcher $PFP^1$ der zu prüfende Papierstreifen ist, in der Längsrichtung fort, da der obere an der Walze befestigte Theil des Streifens auf dem vom Gummi festgehaltenen unteren Theile immer unter demselben Anfangsdrucke fortgezogen wird, wobei sich die Papierflächen aufeinander reiben.

Kommt die Bugstelle am linken Rande der Mulde, bei $L$, zum Vorschein, so ist der Streifen durch unendlich nahe aneinander liegende Kniffe einmal geknittert.

Man hebt jetzt den Druck auf, z. B. indem man mittels einer Schraube die Pressluft entweichen lässt, dreht die Walze in demselben Sinne, also mit dem Uhrzeiger, weiter, bis der Streifen wiederum, aber nun in umgekehrter Lage zwischen Gummi und Walze zu liegen kommt, und die Klemme sich etwas oberhalb des linken Randes der Mulde bei $L$ befindet; alsdann giebt man wieder Druck von derselben Stärke wie vorhin und dreht die Walze entgegengesetzt, also dem Uhrzeiger entgegen, wodurch wiederum Umbiegen, dann Knittern des Streifens und Reiben der anderen Papierflächen aufeinander erfolgt.

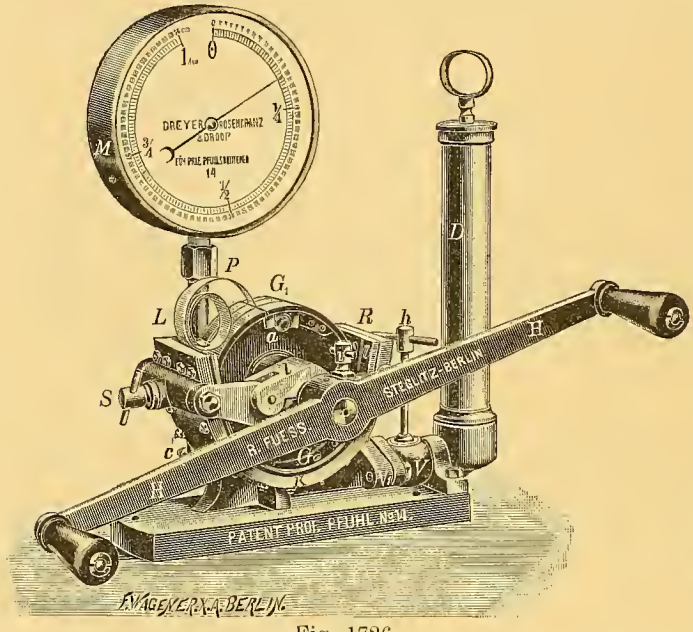
Nach Beendigung dieser Drehung — welche soweit zu erfolgen hat, dass die Bugstelle bei $R$ zum Vorschein kommt — ist der Papierstreifen zum zweitenmale (einmal rechts, einmal links) der ganzen Länge nach geknittert, jedesmal sind die Theile des Papierstreifens auf einander gerieben, und das Papier ist auf Zug in Anspruch genommen worden.

Damit das Einspannen des Streifens senkrecht zur Länge erfolge, sodass sich beim Knittern die Streifenhälften genau decken, sind auf der Walzenoberfläche zwei Riefen in 16 mm Entfernung von einander eingedreht und geschwärzt, zwischen denen der 15 mm breite Streifen durch Festhalten am freien Ende beim Drehen der Walze eingeführt wird. Setzt man nun das Knittern mit anderen Streifen derselben Papiersorte bei immer grösserem Pressdrucke fort, so

tritt endlich, entweder schon beim ersten oder beim zweiten Knittern die Zerstörung des Streifens durch Abreissen oder Abschälen ein.

Zahlreiche Versuche mit über 50 verschiedenen Papiersorten haben ergeben, dass die Knitterbarkeit für jede Papiersorte bei einem bestimmten Pressdrucke — den ich **Reissdruck** nenne — aufhört, dass also dieser, der durch ein mit dem Apparate verbundenes Manometer angegeben wird, als Kriterium für die Knitterbarkeit des Papieres angesehen werden muss; — dass man mithin den Widerstand gegen das mechanische Zerknittern durch Zahlen zum Ausdruck bringen kann, was bei der Handknitterung nicht möglich ist.

Bei diesen Versuchen ist noch Folgendes zu beachten: Hat man den Papierstreifen, wie beschrieben und in Fig. 1723 dargestellt wurde, eingezogen, so gehört zunächst ein kleiner Druck dazu, das Papier so festzuhalten, dass es bei der Umkehrung der Bewegung liegen bleibt und nicht auf der Gummiplatte zurückgleitet. Das Letztere erkennt man am Hervortreten des Streifens bei $L$ oder bei $R$ bei der Rückdrehung. Findet dieses Gleiten statt, nachdem man etwa die Walze soweit gedreht hat, wie Fig. 1725 zeigt, so muss ein stärkerer Druck angewendet werden, bis jenes aufhört. Die Grösse des Druckes, der erforderlich ist, um gerade das Gleiten des Papieres zu verhindern, d. h. um eben das Liegenbleiben desselben zu bewirken, nenne ich den *Andruck*. Derselbe ist abhängig von dem Apparate, insofern kleine Differenzen bei der Herstellung in den Arbeitsdimensionen vorkommen können, anderseits hängt derselbe ab von der Dicke des Papieres und seiner Oberflächenbeschaffenheit, insofern glatte Papiere bei derselben Dicke einen höheren Andruck erfordern als rauhe.




Eig. 1726.

Dieser Andruck muss zunächst ermittelt werden, er beträgt etwa 1—2 cm Quecksilber säule. Der Druck, welcher über diesen Andruck hinaus beim Knittern angewendet wird, ist dann der *Pressdruck* und schliesslich jener Pressdruck, bei welchem die Zerstörung des Papieres eintritt: der *Reissdruck*, wie schon erwähnt. Das Manometer zeigt also stets die Summe beider Drucke, den Andruck und Pressdruck bezw. Reissdruck an, worauf zu achten ist. Wenn daher zur Charakterisirung der Knitterbarkeit eines Papieres der Reissdruck angegeben werden soll, so ist von der Manometer-Ablesung der Andruck abzuziehen.

Der in Fig. 1726 perspektivisch dargestellte Knitterer wird vom Mechaniker R. Fuess in Steglitz bei Berlin gebaut. Er ist in seinen Haupttheilen in Bronze und Messing ausgeführt und vernickelt, die Hauptachse besteht aus Stahl, die Schrauben und einige nebensächliche Theile sind in Eisen ausgeführt.

Die Walze $G^1$ mit Riefen am Umfange und Einspannvorrichtung bei $a$ ist mit eingespanntem Papierstreifen $P$ dargestellt. Ihre Achse findet auf Querarmen Lagerung, welche zu beiden Seiten an die Mulde $K$ geschraubt sind. Die Lagerdeckel, von denen der vordere $l$ zu sehen ist, können aufgeklappt werden, um die Walze herauszuheben und die Gummiplatte zu reinigen. Durch Riegelschrauben $i$ werden diese Lagerdeckel beim Knittern an die Achse gedrückt. Das Drehen der Walze erfolgt mittels der auf ihrer Achse befestigten Doppelkurbel $H$. Die Mulde $K$, mit der Grundplatte in einem Stück gegossen, nimmt auf der Innenseite die Gummiplatte $G$ auf, welche durch Leisten und Mutterschrauben auf 15 mm breiten Rändern derselben befestigt wird. In den Hohlraum zwischen Gummiplatte und Mulde mündet links die Luftschraube $S$, durch deren Zurückschrauben die von der rechten Seite eingepresste Luft herausgelassen werden kann. Das Einpressen der Luft erfolgt durch Benutzung der Luftpumpe $D$, bestehend aus dem Pumpenstiefel und einem im Innern desselben auf- und abschiebbaren, durch Leder gedichteten Kolben. Der Pumpenstiefel ist in einem kurzen Stutzen verschraubt, der mit einem Hahngehäuse $V$ und Flansch $V_1$ ein Stück bildet, das durch angegossene Laschen mittels Schrauben auf der Grundplatte befestigt wird.

Das Hahngehäuse $V$ enthält einen Hahnkörper, der durch die Spindel $h$ gedreht werden kann. Der Luftkanal, vom Stutzen ausgehend, durchdringt den Hahnkegel und setzt sich bis zur Flanschenmitte fort, an welcher Stelle eine durch Feder angedrückte Lederklappe angebracht ist, etwa bei $V_1$. Wird nun der Hahnflansch mit dem an die Mulde angegossenen Flanschenrohre, dessen Bohrung mit dem Innern der Mulde kommunizirt, verbunden, so schliesst jene Klappe den Muldenraum luftdicht von der Pumpe ab. Zieht man den Kolben der Luftpumpe am Handgriffe in die Höhe, so dringt Luft von oben zwischen Lederstulpe des Kolbens und dem Stiefel in den unteren Raum, während die Druckklappe bei $V_1$ geschlossen bleibt. Drückt man den Kolben nieder, so legt sich seine Stulpe dicht an die Stiefelwandung, die Luft vor dem Kolben wird komprimirt, hebt die Druckklappe bei $V_1$, gelangt in den Muldenraum und presst, wenn die Luftschraube geschlossen ist, die Gummiplatte an die Walze und auch an den zwischenliegenden Papierstreifen, wie schon beschrieben.

Ist eine Knitterung ausgeführt (die Buchstaben $L$ und $R$ bedeuten wie früher die linke und rechte Seite der Mulde), so wird die Luftschraube $S$ etwas zurückgeschraubt, bis der Druck entsprechend gemässigt oder ganz aufgehoben ist; dann schliesst man diese Schraube, dreht wie beschrieben die Walze in demselben Sinne wie die Knitterung stattfand weiter, bis der Papierstreifen wiederum in der Mulde liegt, giebt, wie oben erwähnt, aufs neue Druck und dreht zurück.

Die Versuche zur Ermittelung des Reissdruckes, also der Knitterfähigkeit des Papieres werden wie folgt ausgeführt: Man schneidet etwa je zehn Streifen von 15 mm Breite in der einen (der Längs-) und in der anderen (der Quer-) Richtung des Papieres von mindestens 16 cm Länge und beginnt, da erfahrungsgemäss die Längsstreifen in vielen Fällen geringere Knitterbarkeit besitzen, mit diesen, spannt einen Streifen ein und knittert ihn einmal rechts, einmal links bei einem Drucke, den derselbe voraussichtlich aushalten wird. Dann wiederholt man mit einem neuen Streifen den Versuch entweder bei grösserem, wenn der erste Streifen ausgehalten hatte, oder bei kleinerem Drucke, wenn dies nicht der Fall gewesen und fährt immer nach zweimaligem Knittern so fort, bis man die Druckgrenze gefunden hat, bei welcher der Streifen beim zweiten Knittern reisst oder auseinanderschält. Das Mittel aus Versuchen mit fünf Streifen giebt den Reissdruck an.

Sodann nimmt man Querstreifen und verfährt in derselben Weise. Zeigen diese aber einen kleineren Reissdruck, so wird dieser als der charakteristische notirt. Pfuhl schlägt vor, *die Qualitätsbestimmung des Papieres nach dem niedrigsten Reissdrucke, den entweder die Längs- oder die Querstreifen zeigen und nicht nach dem Mittel aus beiden vorzunehmen*, wie dies bei Bestimmung der mittleren Reisslänge in betreff der Bruchbelastung üblich ist.

Zeigen die Querstreifen eine grössere Knitterbarkeit, halten sie also den Reissdruck der Längsstreifen aus, so genügen zwei bis drei Versuche, um dies zu ermitteln, und der bei den Längsstreifen ermittelte Reissdruck bleibt maassgebend.

Da der »Andruck« d. h. der zur Ueberwindung des Widerstandes der Gummiplatte $G$ nöthige Druck im Reissdruck nicht enthalten ist, so haben die Verschiedenheiten der Elastizität und sonstiger Beschaffenheit dieser Platte auf das Ergebniss keinen Einfluss.

Da man das Reissen des Papiers im Knitterer nicht sehen, sondern nur durch eine Reihe von Versuchen feststellen kann, welchen Pressdruck das Papier noch und welchen es nicht mehr erträgt, so sind anscheinend viele Versuche nöthig bis man durch Einengung der oberen und unteren Grenze den Reissdruck genau genug erhält. Wer jedoch viele Prüfungen ausführt, erlangt bald solches Erkennungsvermögen, dass er schätzen kann, welchen ungefähren Reissdruck das Papier aushält und mit wenig Proben das Richtige trifft.

Zahlreiche Versuche, die mit denselben Papiersorten auf Pfuhl's Knitterer und in den Papierprüfungs-Anstalten in Charlottenburg und in Leipzig von Hand gemacht wurden, und deren Ergebnisse in den erwähnten Nummern der Papier-Zeitung veröffentlicht wurden, bewiesen, dass die Angaben des Knitterers mit denen der Handknitterung, besonders der Charlottenburger, gut übereinstimmen. Ferner zeigten sie, dass der Widerstand gegen Zerknittern in hohem Grade abhängig ist

von der Luftfeuchtigkeit. Von der Handknitterung abweichende Ergebnisse fand Pfuhl bei sehr dicken und sehr dünnen Papieren, die mit Handknitterung überhaupt nicht zuverlässig genug beurtheilt werden können. Papiere, für die der Knitterer hohen Reissdruck ergab, wiesen auch hohe Reisslänge auf. Auf Grund der Versuchs-Ergebnisse stellte Professor Pfuhl folgende Tabellen auf:

| Charlottenburger Knitterungsstufen | Bei Luftfeuchtigkeit von | | |
|---|---|---|---|
| | 40—45 pCt. | 58—60 pCt. | 60—68 pCt. |
| | Reissdruck des Pfuhl'schen Knitterers in cm Quecksilbersäule | | |
| 0 = ausserordentlich gering | 0, d. h. lässt sich nicht knittern | 0 bis 1/2 | 0 bis 1/2 |
| 1 = sehr gering | 1/2 bis 2 | 1/2 bis 2 1/2 | 1/2 bis 3 |
| 2 = gering | 2 bis 4 | 2 1/2 bis 5 | 3 bis 6 |
| 3 = mittelmässig | 4 bis 10 | 5 bis 14 | 6 bis 16 |
| 4 = ziemlich gross | 10 bis 20 | 14 bis 25 | 16 bis 26 |
| 5 = gross | 20 bis 40 | 25 bis 45 | 26 bis 48 |
| 6 = sehr gross | 40 bis 70 | 45 bis 75 | 48 bis 75 |
| 7 = ausserordentl. gross | 70 und mehr | 76 und mehr | 76 und mehr |

Vorstehende Tabelle zeigt, in welche Charlottenburger Widerstandsklasse das Papier nach dem Ergebniss der Maschinen-Knitterung eingereiht werden kann.

Folgende Tabelle zeigt, in welche der für Normal- oder preussisches Behörden-Papier aufgestellten 6 Festigkeitsklassen ein Papier nach den Angaben des Knitterers allein, ohne Untersuchung von Festigkeit und Dehnung, eingereiht wird.

| Festigkeits-Klasse | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| a. Mittlere Reisslänge in m mindestens . . . . . | 6000 | 5000 | 4000 | 3000 | 2000 | 1000 |
| b) Mittlere Dehnung in Prozenten der ursprünglichen Länge mindestens . . . . | 4,5 | 4 | 3 | 2,5 | 2 | 1,5 |
| c) Die mechanische Knitterbarkeit muss liegen innerhalb der in cm Quecksilbersäule gegebenen Druckgrenzen . . . . . | über 70 | 48—70 | 26—48 | 16—26 | 6—16 | 1/2—6 |

Falls weitere Versuche die Anwendbarkeit letzterer — nöthigenfalls vervollständigter — Tabelle bestätigen, so könnte mechanische Knitterung allein, wie das Waschen in der Hand des Fachmannes, zur Beurtheilung der Festigkeit von Papier hinreichen. Ob sie dahin gelangt, wird davon abhängen, ob Erfahrung ergiebt, dass die Ergebnisse der Prüfungen stets zuverlässig auf verschiedenen Instrumenten und in verschiedener Hand gleiche Ergebnisse liefern.

Herr Louis Schopper in Leipzig hat neuerdings (1897) einen Knitterer erfunden und zur Patentirung angemeldet, der in ganz anderer Weise arbeitet, aber zur Zeit noch nicht zur Benutzung angeboten ist. Die in Fig. 1727 dargestellte Skizze giebt deshalb kein Bild der fertigen Maschine, sondern nur ihrer Wirkungsweise. Der Papierstreifen $P$ von etwa 115 mm Länge und 15 mm Breite ist mit Hilfe der Klemmen $K$ zwischen Spiralfedern $F$ eingespannt, welche einen geringen Zug auf ihn üben. Er steht senkrecht in der Mitte zwischen zwei gleichfalls senkrechten Rollenpaaren $rr$ und $r^1r^1$ und auch in dem nebenan im Aufriss skizzirten Schlitz $s$ des 5 mm dicken Schiebers $S$. Um die Knitterbarkeit zu er-

mitteln, dreht man das Handrad $H$ und setzt durch Vermittelung von Kurbel $h$ und Schubstange $h^1$ den Schieber $S$ in hin und hergehende Bewegung. Der im Schlitz $s$ befindliche Papierstreifen $P$ wird bei dieser Bewegung so mitgenommen, dass sein mittlerer Theil die rechts von $H$ in unserer Skizze dargestellten Gestaltungen annimmt. Die Federn $F$ geben so viel nach, dass diese Ausbiegungen möglich werden und haben dabei eine geringste Spannung von 0,5 und eine grösste von 1 kg. Jede Drehung des Handrads $H$ veranlasst eine solche Knitterung d. h. einen Hin- und Hergang des Schiebers $S$, und man dreht bis das Papier reisst. Beim Reissen des Papierstreifens $P$ ziehen sich die Federn in ihre engste Stellung zusammen, und eine derselben setzt mit einem Finger ein Hebelwerk in Bewegung, welches das Zählrad $Z$ ausschaltet. Der Zeiger dieses Zählrads wird beim Beginn der Prüfung auf 0 gestellt, giebt die Zahl der Drehungen des Handrads H, also auch der Knitterungen selbstthätig an, und da es beim Reissen ausgeschaltet wird, erhält man stets darauf deren Zahl. Die Wälzchen $r$ und $r^1$ werden, damit sie auf dünne wie dicke Papiere gleichen Druck üben, von Federn nach dem Schieber $S$ hingepresst. Die Kanten des Schlitzes $s$ im Schieber $S$ sind abgerundet, damit sie nicht in's Papier schneiden können. Nach den bis jetzt (März 1897) angestellten Versuchen entsprechen den für die Hand-Knitterungen der amtlichen Prüfungsanstalt zu Charlottenburg eingeführten Bezeichnungen folgende daneben aufgeführte Doppelfalzungen d. h. Hin- und Hergänge des Schiebers $S$:

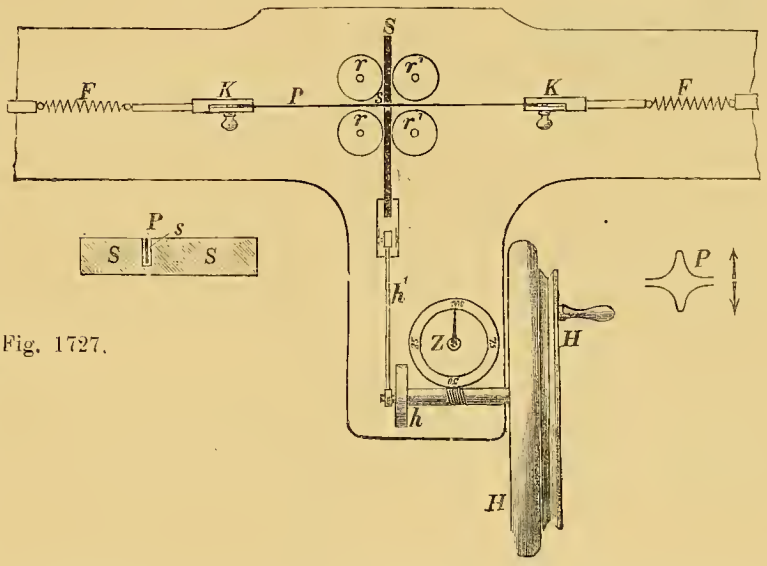


Fig. 1727.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Ausserordentlich gering | 0—2 | Doppelfalzungen | Ziemlich gross | 30—100 | |
| Sehr „ | 2—6 | | Gross | 100—300 | |
| Gering | 6—12 | | Sehr gross | 300—800 | |
| Mittelmässig | 12—30 | | Ausserordentlich gross | 800—6000 | und mehr. |

Man kann den Schieber $S$ von Hand bei gleichmässiger Drehung in der Minute 60 bis 100 mal hin- und herführen, aber das Rad $H$ auch mechanisch antreiben. Die Klarheit, Einfachheit und Genauigkeit dieser Art der Prüfung lässt erhoffen, dass damit ein Hilfsmittel zur genauen Ermittelung der Widerstandsfähigkeit überhaupt gegeben ist.

**645. Papier-Dicke.** Diese kann in einfachster Weise festgestellt werden, indem man die Dicke einer Anzahl übereinandergelegter Blätter misst und das gefundene Ergebniss durch die Zahl der Blätter theilt. Hierbei kann man sich eines sogenannten »Zehntelmaasses« bedienen, welches in Werkzeug-

handlungen zu haben ist. Es hat die Gestalt einer Zange, und wenn man mit den Backen derselben die Papierschichtung zusammenpresst, zeigt eine Skala zwischen den beiden als Griffe dienenden längeren Hebelarmen in zehnfacher Grösse die Dicke an. Man misst daher am besten 10 Blatt oder ein vielfaches derselben.

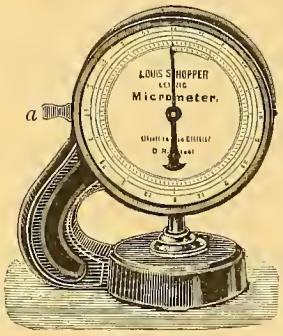


Fig. 1728.

Genauere Ergebnisse ermöglicht die in Fig. 1728 gezeigte, unmittelbar für Ausmessung der Papierdicke bestimmte Vorrichtung, welche von Louis Schopper in Leipzig geliefert wird.

Wenn man den seitlichen Griff *a* dreht, so hebt man damit die Wirkung einer Feder im Gehäuse auf, welche auf den senkrecht nach unten stehenden Greifstempel drückt und hebt diesen so hoch, dass man ein Blatt Papier oder Pappe darunter einschieben kann. Lässt man den Griff *a* wieder los, so geht der Greifstempel mit stets gleichem Druck auf das eingelegte Blatt nieder, und der Zeiger giebt auf dem Zifferblatt dessen Dicke an. Zur Erleichterung des Einschiebens der Papierblätter kann eine trichterartige Führung angebracht werden.

**646. Asche.** Ermittlung der im Papier befindlichen Menge unverbrennbarer Theile zeigt, ob und wie viel mineralische Füllstoffe eingearbeitet sind. Diese Prüfung ist dadurch wichtig geworden, dass für die besten Sorten Behörde- oder Normalpapier in Deutschland und mehreren anderen Ländern nur wenig Prozent Asche erlaubt sind, nämlich nur soviel, als Fasern, Leim usw. ergeben. Das Verfahren usw. ist in Abschnitt 162 Seiten 387—397 beschrieben.

**647. Art und Menge der Fasern.** Nachstehende Angaben sind der im Verlag der Papier-Zeitung erschienenen Schrift Normal-Papier entnommen:

Alle Pflanzenfasern bestehen aus Zellstoff (Cellulose) d. h. aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff in dem Verhältniss von

$$\underset{\text{Kohlenstoff}}{C_6} \quad \underset{\text{Wasserstoff}}{H_{10}} \quad \underset{\text{Sauerstoff}}{O_5}$$

(vergl. Seite 1054) unterscheiden sich daher chemisch nicht derart von einander, dass man bei dem jetzigen Stande der Wissenschaft auf dem Wege der Analyse ermitteln könnte, welche Faserarten sich im Papier befinden.

Holzschliff lässt sich ermitteln, weil derselbe nur zerkleinertes Holz ist, worin die aus Zellstoff bestehenden Fasern von »Inkrusten« umgeben sind. Diese Inkrusten entstehen zwar im wachsenden Holz aus dem Pflanzensaft der Zellen, lassen sich jedoch durch folgende auf Seite 1058 erwähnte chemische Reaktionen erkennen:

1. Eine Mischung von 3 Theilen starker Salpetersäure und 1 Theil konzentrirter Schwefelsäure färbt holzschliffhaltiges Papier gelbbraun bis rostbraun, ist aber nicht in allen Fällen zuverlässig, weil auch andere Stoffe von Salpetersäure gefärbt werden. In den meisten Fällen genügt jedoch diese Probe.

2. Schwefelsaures Anilin (1 Theil in 10 Theilen Wasser), färbt holzschliffhaltiges Papier gelb.

3. Phloroglucin (2 g Phloroglucin, 25 ccm Alkohol, 5 ccm Salzsäure) färbt holzschliffhaltiges Papier rosa bis roth.

Prüfungsflüssigkeit 1 kann von jedem Apotheker geliefert werden und ist in Flasche mit Glasstöpsel unbegrenzt haltbar; die beiden andern zersetzen sich allmälig, müssen also manchmal erneut werden.

Um zu ermitteln, ob ein Papier Holzschliff enthält, hat man nur einen Tropfen einer der drei Flüssigkeiten darauf zu bringen und zu beobachten, ob und wie sich dasselbe färbt.

Die Menge des Holzschliffs lässt sich nach der Tiefe der Färbungen zwar annähernd schätzen, aber eine zuverlässige, leicht ausführbare, genaue Ermittlung der Menge des im Papier befindlichen Holzschliffs giebt es nicht. Man darf auch bezweifeln, dass eine solche sich finden lässt, weil man die Stoffe, aus denen die Inkrusten bestehen, nicht kennt und nicht weiss, wo die Inkrusten aufhören und der Zellstoff beginnt. Es ist sogar aus dem Vorgang des Entstehens

von Zellstoff anzunehmen, dass es eine scharfe Unterscheidungsgrenze zwischen den aus Pflanzensaft hervorgegangenen Inkrusten und dem Zellstoff garnicht giebt, dass also eine ganz genaue Ermittelung des Zellstoffs bei Anwesenheit von Inkrusten vielleicht unmöglich ist.

Die auf chemischem Wege aus rohen Pflanzen oder verarbeiteten Fasern (Lumpen) gewonnenen Zellstoffe müssen, wenn sie rein dargestellt sind, so frei von Inkrusten sein, dass die Holzschliff-Erkennungsmittel keine Färbung darauf bewirken. Die verarbeiteten Faserstoffe müssen deshalb in der Zellstoff-Fabrik so kräftig mit den lösenden Chemikalien gekocht sein, dass nicht nur die Inkrusten, sondern auch alle zweifelhaften Stufen zwischen diesen und Zellstoff gelöst und bei nachherigem Waschen entfernt werden. Zellstoff, welcher mit den Holzschliff-Erkennungsmitteln Färbung zeigt, ist nicht rein dargestellt, enthält Inkrusten und bietet daher keine Sicherheit für Dauerhaftigkeit des daraus hergestellten Papiers. Die Inkrusten verändern sich unter der Einwirkung von Luft, Feuchtigkeit und Licht derart, dass das Papier gelb, braun und brüchig wird, wie man es an holzschliffhaltigem Papier sieht. Reiner Zellstoff widersteht diesen Einflüssen, wie die viele Jahrhunderte alten Papiere aus Flachs-, Hanf- und Baumwollfasern beweisen.

Obwohl sich die Faserarten auf chemischem Wege nicht unterscheiden lassen, sind sie nach ihrer Gestaltung sehr verschieden, und diese äussere Verschiedenheit wird mit Hilfe des Mikroskops zu ihrer Erkennung benutzt. Solches Erkennen ist jedoch nur Demjenigen möglich, welcher sich durch häufige mikroskopische Untersuchung der Einzelfasern und deren Gewirre im Papier die Gestalt der Arten so eingeprägt hat, dass er sich bei der Besichtigung nicht mehr irrt. In der amtlichen Papier-Prüfungsanstalt zu Charlottenburg sind die verschiedenen im Papier vorkommenden Pflanzenfasern in vielfacher Vergrösserung auf Tafeln dargestellt, auch in Gestalt von mikroskopischen Präparaten der Besichtigung zugänglich. Die mit der Prüfung von Papier betrauten Beamten haben dadurch Gelegenheit, deren Gestaltung kennen zu lernen und sie mit den im Mikroskop erscheinenden Bildungen zu vergleichen. Dank ihrer Uebung und grossen Erfahrung können sie daher mit Hilfe guter Mikroskope ermitteln, welche Faserarten sich in dem geprüften Papier befinden. Mit Hilfe von Mikroskopen, die mit Maassstab versehen sind, versichern sie, die Mengenverhältnisse der verschiedenen Faserstoffe bis auf 90 pCt. genau feststellen zu können.

**648. Maschinenlaufrichtung.** In der oben erwähnten Schrift »Normal-Papier« finden sich folgende Angaben:

Zur Bestimmung der Maschinenlaufrichtung empfahl W. Herzberg folgendes Verfahren:

Aus dem zu untersuchenden Papier wird ein kreisförmiges Stück von etwa 10 cm Durchmesser ausgeschnitten, auf eine Wasserfläche gelegt, so dass nur die untere Seite mit Wasser in Berührung kommt, und nach einigen Minuten wieder abgenommen. Legt man die Papierscheibe nun mit der nassen Seite nach unten vorsichtig auf die flache Hand, so krümmen sich an zwei einander gegenüberliegenden Stellen die Ränder nach oben und sodann bogig nach innen. Die in ihrer Lage verharrende, einem Durchmesser der Papierscheibe entsprechende Stelle zeigt die Richtung des Maschinenlaufs.

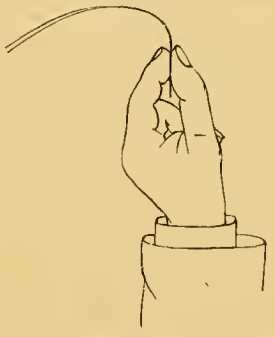


Fig. 1729.

Fig. 1730.

Folgendes von Herrn Nickel gefundene Verfahren ist noch einfacher:

Unter der wohl immer zutreffenden Voraussetzung, dass das zu untersuchende Papier parallel zum Maschinenlauf beschnitten ist, entnimmt man parallel einer Kante einen Streifen von beliebiger Länge und Breite und senkrecht hierzu einen zweiten von gleichen Abmessungen. Legt man diese beiden Streifen so aufeinander, dass sie sich decken, hält sie an einem Ende mit dem Daumen und Zeigefinger empor, so dass das andere Ende bogig herunterhängt, so werden sie entweder eng auf einander liegen, oder der eine hängt tiefer herunter als der andere. Im ersteren Falle (Fig. 1729) ist der untere, im zweiten (Fig. 1730) der obere, d. h. stets der steifere von beiden Streifen, der aus der Maschinenlaufrichtung entnommene.

Die Erklärung für diese Erscheinung dürfte in der verschiedenen Dehnungsfähigkeit der Streifen zu suchen sein. Der Streifen aus der Maschinenlaufrichtung, welcher die geringere Dehnung aufweist, wird naturgemäss auch eine geringere Durchbiegung zeigen als der Streifen aus der Querrichtung, und demgemäss weniger tief herunterhängen als dieser. Auch zwei neben-

einander entnommene Streifen können etwas von einander abweichende Lagen haben, wenn ihre Dehnbarkeit ein wenig verschieden ist. Für die Bestimmung der Maschinenlaufrichtung ist dies jedoch in der Regel nicht störend.

**649. Leim-Art und -Festigkeit.** W. Herzberg empfiehlt folgende Verfahren zur Ermittelung der Leimungsart:

Thierische Leimung wird auf folgende Weise ermittelt: Eine nicht zu kleine Menge Papier, — etwa zwei Bogen, — wird zerkleinert und im destillirtem Wasser so lange gekocht, bis man die Ueberzeugung gewonnen hat, dass aller etwa vorhandene thierische Leim gelöst ist.

Während des Kochens bereitet man eine Lösung von Quecksilberchlorid mit verdünnter Aetznatronlösung, wobei letztere im Ueberschuss vorhanden sein muss. Durch die Mischung dieser beiden farblosen Flüssigkeiten entsteht ein gelber Niederschlag, der sich rasch zu Boden setzt.

Die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit giesst man soweit als möglich ab und fügt zu dem niedergeschlagenen Quecksilberoxyd den durch Kochen des Papiers entstandenen wässerigen Auszug.

Kocht man dieses Gemenge eine Zeit lang, so wird die anfangs gelbe Farbe des Niederschlags bei Anwesenheit von thierischem Leim durch Schmutziggrün in Schwarz übergehen. Nach beendetem Kochen zeigt sich am Boden des Gefässes ein schwarzkörniger Niederschlag von metallischem Quecksilber.

Ist kein Thierleim vorhanden, so bleibt die Farbe des Quecksilberniederschlags unverändert oder geht in Schmutziggrün über, und der zu Boden sinkende Niederschlag ist nicht schwarz. Den erhaltenen schwarzen oder schmutzig-grünen Niederschlag bringt man auf ein Filter, wäscht ihn mit Wasser und dann mit verdünnter Salzsäure aus, um das nicht reduzirte Quecksilber aufzulösen. Bleibt bei diesem Auswaschen mit Säure auf dem Filter ein schwarzer Rückstand von metallischem Quecksilber, welcher bekanntlich von Salzsäure nicht angegriffen wird, so ist die Gegenwart des thierischen Leims nachgewiesen, da sich bei Abwesenheit des letzteren der gelbe oder schmutzig-grüne Niederschlag völlig auflöst. Man erkennt den Verlauf besser, wenn man probeweise die Veränderung beobachtet, welche mit dem Quecksilberniederschlag beim Kochen mit Gelatine-Lösung vorgeht.

Mit Gerbsäure lässt sich thierische Leimung noch besser nachweisen. Die durch Auskochen des Papiers hergestellte nicht allzu dünne Lösung wird mit Gerbsäure versetzt. Ist Thierleim vorhanden, so entsteht ein dicker gallertartiger Niederschlag von gerbsauerm Leim (Leder). Bei dünner Lösung zeigt sich milchige Trübung, aus welcher sich Flocken absetzen. Trübung ohne Flockenbildung zeigt die Abwesenheit thierischen Leims an.

Harzleimung wird festgestellt, indem man kleine Papierstücke mit absolutem Alkohol übergiesst und das Gefäss, in welchem das Ausziehen vorgenommen wird, etwa eine halbe Stunde lang in heisses Wasser stellt. Der Alkohol löst das Harz, und wenn man die Lösung in destillirtes Wasser schüttet, zeigt eine milchigweise Trübung das Vorhandensein von Harz an. Aus der Stärke der Trübung kann man auf die Menge des verwendeten Harzes schliessen. Setzt man noch mehr Wasser zu, so hält der Alkohol das Harz nicht mehr in Lösung und dasselbe fällt aus.

Stärkeleimung wird durch Auftropfen dünner Jodlösung festgestellt. Auf stärkehaltigem Papier entstehen dadurch blaue bis violette Flecken.

Die Chemiker Osw. Schluttig und Dr. G. S. Neumann der Leonhardi'schen Tintenfabrik, Dresden, gaben in Nrn. 59, 60 und 61 der Papier-Zeitung von 1891 eine Beschreibung des von ihnen erdachten Verfahrens zur Ermittelung der Leimfestigkeit von Papier. Es besteht darin, dass man mit einer neutralen Eisenchloridlösung Striche auf einer Seite des Papiers zieht und die andere mit einprozentiger Tanninlösung befeuchtet. Wenn das Papier schwach geleimt ist, also Flüssigkeit eindringen lässt, so werden sich die beiden Lösungen in seinem Innern treffen, und es wird schwarzes gerbsaures Eisenoxyd entstehen. Wenn das Papier dagegen sehr gut geleimt ist, können die beiden Flüssigkeiten nicht zusammenkommen, und die schwarze Färbung tritt nicht ein. Je nachdem sich der schwarze Niederschlag rasch, langsam oder garnicht bildet, kann das Papier als schlecht, schwach oder stark geleimt gelten.

Die Eisenlösung soll möglichst frisch, keinesfalls mehr als 4 Wochen alt sein, aus 1 Eisenchlorid, 100 Wasser, 1 arab. Gummi, 0,2 Phenol bestehen und kann aufgetropft oder mit einer Ziehfeder aufgetragen werden, deren Backen nicht zu hart sind und abgerundete Ecken haben. In der amtlichen Versuchsanstalt zu Charlottenburg wird anstelle der von Schluttig und Neumann vorgeschlagenen ätherischen eine wässerige Tanninlösung angewandt, weil Aether Harz auflöst und dadurch dem Tannin den Weg zur Eisenlösung bahnen kann. Die Rückseite des mit Eisenlösung versehenen Papiers wird mit einem mit wässriger Tanninlösung getränkten Baumwollbausch bestrichen.

Zum Auftragen der Eisen- und Tanninlösungen sind Einrichtungen vorgeschlagen, mit denen man verschiedene Grade von Leimfestigkeit ermitteln kann, die der Papierfabrikant jedoch kaum benöthigt.

---

# THEIL VIII.

## ZAEHLUNG, BOGENGROESSE, GEWICHT.

**650. Zählung des Papiers.** Für Büttenpapiere galt seit Jahrhunderten folgende Zählweise:
1 Buch = 24 Bogen, 1 Ries = 20 Buch oder 480 Bogen, 1 Ballen = 20 Ries. Daneben wurde aber in manchen Ländern das Ries zu 400 und 500 Bogen, in England für verschiedene Sorten zu 516, 504 und 472 Bogen gerechnet.

Mit Einführung der Papiermaschine und Buchdruck-Schnellpresse nahm der Verbrauch von Druckpapier allmälig ungeahnten Umfang an, und die Zählung nach Ries zu 480 Bogen erwies sich als sehr unzweckmässig. Infolgedessen entstand von selbst die Gepflogenheit, bei Druckpapier das Ries zu 500 Bogen zu rechnen. Auf Anregung der Papier-Zeitung und Aussprache vieler Fabrikanten und Händler in diesem Sinne beschloss der Verein deutscher Papierfabrikanten Einführung des Neuries zu 1000 Bogen. Der Bundesrath des Deutschen Reichs ordnete für den Gebrauch der Behörden an, dass das Ries zu 1000 Bogen gerechnet werden soll. In Oesterreich-Ungarn hat sich diese Rechnungweise gleichfalls ziemlich allgemein eingeführt.

Viele Fabrikanten und Händler haben die Bezeichnung nach Ries aufgegeben, bestellen und liefern nur nach Bogenzahl, weil dadurch jedes Missverständniss vermieden wird. Es erscheint auch ebenso einfach und durchaus zweckmässig 10 000 Bogen zu fordern anstatt 10 oder 20 Ries.

**651. Formate.** Aus den Anfängen der Bütten-Papiermacherei ist eine Unzahl von Papierformaten, d. h. Abmessungen der einzelnen Bogen, in die Neuzeit herüber gekommen. Die Formate sind zum Theil nach Wasserzeichen wie *foolscap* (Narrenkappe), Elephant usw. sowie nach früherer Gebrauchsbestimmung benannt, aber ihre Abmessungen stehen nicht genau fest und wechseln in verschiedenen Ländern. Mit der Massenerzeugung des 19. Jahrhunderts entstand die Nothwendigkeit genauer Maass-Vorschriften, so dass sich diese, besonders bei Druckpapier, von selbst einführten. Zahlreiche Missverständnisse, die bei Bestellung

von Papier nach den alten Format-Namen vorkamen, führten zu dem Entschluss, alle diese Namen fallen zu lassen und in Zukunft nur nach genau angegebenen Maassen zu bestellen, zu arbeiten und zu liefern. Der Verein Deutscher Papierfabrikanten stellte nach vielfacher Berathung mit Händlern und Verbrauchern am 13. Juni 1883 eine Anzahl von Bogengrössen auf, die sich den gewohnten möglichst anschliessen und allen Erfordernissen genügen können. Wenn sich die Verbraucher auf diese »Normalformate« beschränken, ermöglichen sie es den Fabrikanten, Lagersorten herzustellen, die Fabrikation zu vereinfachen und die Papiere billiger zu liefern. Bei allgemeiner Annahme dieser Grössen würde sogar Angabe der Formatnummer bei Bestellung genügen. Es sind folgende in Centimetern angegebenen Maasse und deren Verdoppelungen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1. 33/42 cm | 4. 38/48 cm | 7. 44/56 cm | 10. 50/65 cm |
| 2. 34/43 „ | 5. 40/50 „ | 8. 46/59 „ | 11. 54/68 „ |
| 3. 36/45 „ | 6. 42/53 „ | 9. 48/64 „ | 12. 57/78 „ |

**652. Gewicht.** Wenn der Verbraucher eine gewisse Stärke d. h. ein bestimmtes Gewicht des Papiers zweckmässig befunden hat, so ist dessen Beibehaltung erwünscht, gleichviel, welche Bogen daraus geschnitten werden. Die Erzeugung auf der Papiermaschine wird auch durch möglichste Beibehaltung der Dicke oder Stärke vereinfacht und verbilligt. Hieraus entstand in Deutschland, Oesterreich, und einigen anderen Ländern der Handelsbrauch, dass man das Gewicht des Papiers mit der Zahl von Gramm (g) bezeichnet, welche ein Quadratmeter davon wiegt. Also z. B. 50 g auf das qm, wofür man aber zweckmässig 50 qm-g einführen könnte.

---

# THEIL IX.

## STATISTIK.

**653. Deutsches Reich.** Nach dem Kataster der Papiermacher-Berufsgenossenschaft hatte Deutschland Anfang 1897

| Papierfabriken | Pappenfabriken | Holzschleifen | Holzzellstoff-Fabriken | Strohzellstoff-Fabriken |
|---|---|---|---|---|
| 300 ohne | — | — | — | — |
| — | 250 ohne | — | — | — |
| — | — | 313 | — | — |
| — | — | — | 31 | — |
| — | — | — | — | 7 |
| 55 verbunden mit | 55 | — | — | — |
| 73 „ „ | — | 73 | — | — |
| 27 „ „ | — | — | 27 | — |
| 12 „ „ | — | — | — | 12 |
| — | 98 verbunden mit | 98 | — | — |
| — | 1 „ „ | — | — | 1 |
| — | — | 2 verbunden mit | 2 | — |
| 25 verbunden mit | 25 | 25 | — | — |
| 3 „ „ | 3 | — | — | 3 |
| 9 „ „ | — | 9 | 9 | — |
| 2 „ „ | — | — | 2 | 2 |
| — | 3 verbunden mit | 3 | — | 3 |
| 1 „ „ | 1 | — | 1 | 1 |
| 1 „ „ | — | 1 | 1 | 1 |
| 508 | 436 | 524 | 73 | 30 |

| | Tonnen | Papier-Ergebniss Tonnen von 1000 kg |
|---|---|---|
| Lewy Gebrüder in Berlin schätzen die jährliche Erzeugung von Lumpen für jeden Bewohner des deutsches Reichs, einschliesslich Säcke, Stricke, Netze, Schneider-Abfälle, auf 5 kg, also die von etwa 10 000 Sammlern beschaffte Gesammtmenge auf 5×52 000 000 = | 260 000 | |
| die Einfuhr abzüglich wollener Lumpen . . . . . | 19 400 | |
| | 279 400 | |
| Von dieser Summe sind abzuziehen: | | |
| 25% Wolle und Putzlappen in obigen 260 000 t = | 65 000 t | |
| $^9/_{10}$ der Lumpenausfuhr ($^1/_{10}$ wollene) | 34 400 t | = 99 400 |
| | 180 000 | 60% = 108 000 |
| Jahresverbrauch von Papier-Lumpen im Werth von etwa 20 Millionen Mark. | | |
| Der Jahres-Verbrauch der deutschen Papier- und Pappenfabriken an altem Papier und Abfällen von Papier und Pappen beläuft sich nach Schätzung von maassgebender Seite auf etwa 75 bis 100 000 t . . | 85 000 | 90% = 76 500 |
| Die Ausfuhr von Papierspähnen und Makulatur belief sich 1896 auf 2712, die Einfuhr auf 6236 t. | | |
| Der Vorsitzende des Vereins Deutscher Holzstoff-Fabrikanten und der Holzschliff-Syndikate, Herr Oscar Reuther, Dresden, bemüht sich seit Jahren, die deutsche Erzeugung von Holzschliff zu ermitteln. Dieselbe entstammt den oben angegebenen 524 Betrieben, und er schätzt den durchschnittlichen Ertrag an lufttrockenem Holzschliff, der aber in nassen und trockenen Jahren Unterschiede bis 30% hat, auf . . . . . | 255 000 | 90% = 229 500 |
| Die Ausfuhr von Holzschliff betrug 1896 7136 t | | |
| Die Einfuhr . . . . . 7347 t | | |
| Die Mehreinfuhr ist somit unwesentlich. | | |
| Holzzellstoff. Die Erzeugung nach dem Natron- d. h. Sulfatverfahren beschränkte sich 1896 auf 5 Fabriken mit einer Jahreserzeugung von . . . . . | 12 000 | |
| Die Erzeugung nach dem Sulfitverfahren belief sich 1896 nach Ermittlung und Schätzung des Vorstands des Vereins deutscher Zellstoff-Fabrikanten, Kommerzienraths Dessauer (dabei Waldhof mit 44 500) auf rund . . . . . | 185 000 | |
| Strohstoff. Nach den Ermittelungen des Direktors der Ver. Strohstoff-Fabriken, Herrn W. Schacht, betrug die jährliche Erzeugung 1896 etwa . . . . . | 35 000 | |
| Gesammt-Zellstoff-Erzeugung . . . . . | 232 000 | Übertrag 414 000 |

| | Tonnen | Papier-Ergebniss Tonnen von 1000 kg |
|---|---|---|
| Gesammt-Zellstoff-Erzeugung 1896 . . . . . | 232 000 | Übertrag 414 000 |
| Die Ausfuhr von Zellstoffen betrug 1896 . . 49 859 | | |
| „ Einfuhr „ „ „ 1896 . . 15 815 | | |
| Der Ueberschuss der Ausfuhr über die Einfuhr rund | 34 000 | |
| Der Verbrauch von Zellstoff in Deutschland . . . . | 198 000 | 95% = 188 100 |
| Rohstroh. Nach Ermittlung und Schätzung des Verfassers beträgt die Menge gelber Pappen und Papiere, die ganz oder theilweise aus rohem Stroh hergestellt werden, jährlich etwa . . . . . | | 30 000 |
| Leim, Stärke, mineralische Beimengungen, nicht genannte Faserstoffe. Leim, Farbe und Stärke werden durchschnittlich etwa 3%, mineralische Zuthaten und noch nicht erwähnte Faserstoffe, wie Esparto, Adansonia, Torf usw. etwa 10% des Papiergewichts ausmachen, d. h. 13% der ermittelten Gesammtmenge von etwa 750 000 t . . . . . | | 97 500 |
| | | 729 600 |

Nach dieser Berechnung beträgt die jährliche Papier- und Pappen-Erzeugung des deutschen Reichs rund 730 000 t, während sie von anderer Seite auf 800 000 t geschätzt wird. Da Deutschland etwa 1000 arbeitende Papier- und Pappen-Maschinen in 846 Betrieben hat, so ergäbe sich für jede dieser Maschinen bei 300 Arbeitstagen eine tägliche Durchschnitts-Erzeugung von 2433 oder 2666 kg, die nicht weit ab von der Wirklichkeit sein wird. Obige zum Theil auf Schätzung beruhenden Zahlen sind nicht zuverlässig, zeigen aber, wie unser Papier ungefähr zusammengesetzt ist.

## Holzbezug.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Deutschlands Einfuhr von Schleifholz betrug 1896 | 61 893 600 | kg |
| „ Ausfuhr „ „ „ 1896 | 25 980 300 | „ |
| „ Mehreinfuhr „ „ 1896 | 35 913 300 | kg |

Diese 36 Millionen kg mehreingeführtes Holz schliessen wahrscheinlich auch einen grossen Theil ein, der zur Herstellung von Zellstoff diente.

| | |
|---|---|
| Die in Deutschland jährlich erzeugten 255 000 t Holzschliff erforden nach Seite 1243 etwa . . . . . | 350 000 t Holz |
| Die in Deutschland jährlich erzeugten 197 000 t Holzzellstoff erfordern nach Seite 1428 etwa . . . . . | 550 000 t Holz |
| | 900 000 t Holz |

Diesem Bedarf von rund 900 000 t Holz gegenüber erscheint die Mehreinfuhr von 36 000 t unbedeutend, und Deutschland liefert somit in der Hauptsache selbst das für Papierstoff erforderliche Holz.

**654. Papier-Erzeugung der Erde.** Mit folgender Zusammenstellung ist der Versuch einer Schätzung der Gewichtsmenge von Papier und Pappen gemacht, welche jährlich auf der Erde erzeugt wird.

| Staat | Papier- und Pappen-Fabriken | Papier- und Pappen-Maschinen | Jährliche Erzeugung in Tonnen v. 1000 kg | Zur Schätzung benützte Quellen. |
|---|---|---|---|---|
| Deutsches Reich . . | 946 | etwa 1000 | 730 000 | Abschnitt 653. |
| Oesterreich-Ungarn | Nach Adressbüchern: 231 | 343 | 257 250 | Tägl. Durchschnitts-Erzeugung jeder Maschine zu 2500 kg angenommen. Auf dem intern. Congress 1894 zu Bruxelles schätzte Ellisen 200 000 Tonnen. |
| Frankreich . . . . . | 422 | etwa 610 | 350 000 | Schätzung von G. d'Avenel in Revue de deux Mondes 1896. |
| Grossbritannien . . | 302 | „ 550 | 412 500 | Durchschnittliche Erzeugung der Maschine zu täglich 2500 kg angenommen. |
| Schweiz . . . . . | 40 | 51 | 38 250 | |
| Belgien . . . . . | 21 | 49 | 57 000 | Nach Herrn De Naeyer in Willebroeck. |
| Holland mit Luxemburg | 40 | 54 | 57 000 | Nach Van Gelder's Angaben auf dem intern. Congress zu Bruxelles 1894. |
| Russland mit Finnland | 172 | ? | 108 000 | Amtlicher Bericht zur Ausstellung zu Nischnij Nowgorod 1895. |
| Schweden . . . . . | 37 | 68 | 51 000 | Durchschnittliche Erzeugung der Maschine zu täglich 2500 kg angenommen. |
| Dänemark . . . . . | 13 | etwa 20 | 15 000 | |
| Norwegen . . . . . | 20 | 41 | 49 000 | Angaben des Geschäftsführers des Vereins norw. Papierfabrikanten, Herrn A. Hansen, Kristiania. |
| Italien . . . . . | 420 | 309<br>106 Langsieb<br>203 Cylinder<br>330 Bütten | 200 000 | Emery's Angaben auf dem intern. Congress zu Bruxelles 1894. |
| Spanien . . . . . | 156 | viele Bütten 87 | 65 000 | Durchschnittliche Erzeugung der Maschine zu täglich 2500 kg geschätzt. |
| Portugal . . . . . | 22 | „ „ 15 | 11 250 | |
| Rumänien . . . . . | 4 | ? | 4 000 | Amtlicher Bericht. |
| Vereinigte Staaten von Amerika . . . | 773 | 1493 | 1 900 000 | *Lockwood's Directory 1896.* |
| Canada . . . . . | 36 | etwa 54 | 40 500 | |
| Mexico . . . . . | 13 | 17 | 12 700 | Durchschnittliche Erzeugung der Maschine zu täglich 2500 kg geschätzt. |
| Südamerika, Brasilien, Chili, Argentinien etc. | 14 | 24 | 18 000 | |
| Japan . . . . . | 12 | etwa 20 grosse | 24 000 | Papier-Zeitung 1891, Bericht von Némethy, ergänzt durch neue Anlagen. |
| Britisch Indien . . . | 6 | 8 | 10 000 | Pahári-Spitteler in Papier-Zeitung 1894. |
| Jährl. Erzeugung der Erde mittels Maschinen | | | 4 410 450 | |

Hierzu kommt noch das wenige Papier, welches mit Maschinen in nicht aufgeführten Ländern erzeugt wird, sowie sämmtliches Büttenpapier. Europa liefert verhältnissmässig so wenig Hand-Papier, dass es gegenüber dem auf Maschinen hergestellten wenig ausmacht. In den volkreichen asiatischen Ländern, besonders China und Japan, wo Papier zu den verschiedensten Zwecken verwendet wird (siehe Seiten 2 bis 5), ist aber die Erzeugung durch Hausindustrie noch sehr bedeutend. Sie belief sich z. B. in Japan 1892 nach einem amtlichen Bericht (Pap.-Ztg. 1895 Nr. 53) noch auf 20 283 Tonnen im Werth von 4 911 847 Dollars. China und das übrige Asien werden wohl mehr als das Zehnfache dieser Menge leisten.

Man wird nach Vorstehendem der Wahrheit, in runden Zahlen gerechnet, sehr nahe kommen, wenn man die jährliche Gesammterzeugung der Erde zu nahezu *fünf Millionen Tonnen,* d. i. fünf Milliarden Kilo, annimmt.

# ALPHABETISCHES INHALTSVERZEICHNISS


| | Seite |
|---|---|
| Abacá | 1635 |
| Abblasen der Lumpenkocher | 75 |
| Abblasventil für Drehkocher, periodisches | 80 |
| Abdampfofen für Natron-Wiedergewinnung | 1411 |
| Abdampf zur Speisung des Trockners | 726 |
| Abdrehen von Hartguss-Walzen | 701 |
| — von Papierwalzen | 933 |
| Abgasen von Sulfit-Kochern | 1539 |
| Abgeblasene Kochgase (Verwendung) | 1575 |
| Ablassventil des Lumpen-Kochers | 81 |
| Ablegetisch des Querschneiders | 816 |
| Ableitung von Elektricität auf die Papiermaschine | 768 |
| Abnehmen des Papiers vom Langsieb | 665 |
| Abpressmaschine für Strohzellstoff | 1148 |
| Abpressmaschinen, Cylinder- und Langsieb- | 192 |
| Absteller für Papiermaschinen-Antrieb | 839 |
| Abtropf-Kasten | 189 |
| — — für gebleichten Strohzellstoff | 1150 |
| — — -Böden aus Cement | 191 |
| — — — aus durchlöcherten Zinkplatten | 190 |
| — — — aus Thon | 192 |
| Abwasser | 1741 |
| — der Papiermaschine | 651 |
| — des Langsiebes | 643 |
| — -Reinigung | 1729 |
| Ackermannsche Flüssigkeit | 363 |
| Adam'scher Trockner für dickes Papier | 720 |
| Adansonia | 1642 |
| Aether-Silikat | 93 |
| Aetznatron-Darstellung in einer neueren amerik. Natronzellstofffabrik | 1405 |
| — Verwendung von käuflichem | 1131 |
| — -Herstellung, Kalkbedarf zur | 1130 |
| — -Lauge, Prüfung der | 1130 |
| — -Lösung, Bereitung der | 1123 |
| Agavefaser | 231 |
| Akkumulatoren für Schleifer mit Wasserdruck | 1295 |
| Alaun | 337. 353. 412 |
| — Einfluss auf Festigkeit usw. des Papiers | 401 |
| — Illigs Angaben über Verwendung von | 349 |
| — Lösungsbehälter | 352 |
| — Selbstherstellung | 342 |
| — Verbrauch auf 1 kg Harz | 343 |
| — zur Verhütung des Klebens a. d. Presswalze | 698 |
| — -Zusatz zur Bleichflüssigkeit | 175 |
| — — bei Harz-Leimung | 355 |
| — — zu thierischem Leim | 882 |
| Alfazellstoff, Bau der Zellen | 1069 |
| Alfa, siehe Esparto | |
| Alkali zum Kochen von Lumpen | 65 |
| Altes Papier | 1072 |
| — — Bereitung d. Sodalösung z. Kochen v. | 1078 |
| — — Bleichen des Stoffs | 1079 |
| — — Eintragen in die Kocher | 1077 |
| — — Entfernung der Fäden im Waschholländer | 1080 |
| Altes Papier Feinmahlen des Stoffs | 1087 |
| — — Kochen | 1075 |
| — — Kochzeit | 1078 |
| — — Matthias Koops Versuche | 1050 |
| — — Sortiren | 1073 |
| — — Stevens Verfahren | 1085 |
| — — Waschen des gekochten Stoffes | 1079 |
| Amerika, Anfänge der Papierfabrikation in | 6 |
| Amerikanischer Bleichkalkauflöser | 159 |
| — Lumpenentseuchung | 27 |
| — Papiermaschine | Tafeln II und III |
| — Sulfitstoff-Anlage | 1613 |
| Ammoniak-Cochenille | 440 |
| — -Soda | 206. 1118 |
| Ammonium-Albumin-Leimung | 388 |
| Amtliche Papierprüfung in Preussen | 1747 |
| Anderson's Siebführer | 647 |
| Anilin-Farben | 427 |
| — — -Proben, Tafel zwischen Seiten 432 u. | 433 |
| Animalische Leimung, siehe Thierische Leimung | |
| Anlage von Papierfabriken | 1740 |
| Anlassen der Papiermaschine | 839 |
| Anleger für Liniirmaschinen | 1024 |
| Annaline | 402 |
| Ansteckung durch Lumpen | 26 |
| Antichlor | 246 |
| — -Zusatz zum gebleichten Strohzellstoff | 1152 |
| Anti-Detlektionswalze | 674 |
| Antrieb der Holländer-Walze | 110 |
| — — Papiermaschine | 824 |
| — — Trockner | 722 |
| Appretiren von Papier | 918 |
| Aräometer | 164 |
| Arbeiter-Wohnhäuser | 1744 |
| Arbeitslöhne | 1744 |
| Armstrong's Drehkalzinirofen | 1199 |
| Artesischer Rohrbrunnen von Dr. Bruckmann | 361 |
| Asbest als Füllstoff | 405 |
| — -Pappe | 1688 |
| Asche in Cigarettenpapier | 1659 |
| Aschegehalt der reinen Papierfasern | 397 |
| Aschen-Ermittlung | 387. 1762 |
| Astbohrmaschine, Vertikale | 1251 |
| Aufbewahrung feuchten Holzschliffs | 1349 |
| Aufhängen von Pappe | 1677 |
| Auflaufleder oder Teller | 591 |
| Auflösung von Bleichkalk | 158 |
| Aufrollen des Papiers | 759 |
| Aufrollmaschinen siehe auch Roller | 991 |
| — von Jos. Eck & Söhne | 1000 |
| — von Escher Wyss & Cie. | 997 |
| Aufziehen des Metalltuches | 653 |
| — — Vordruckwalzen-Bezugs | 629 |
| Aufzüge (Fahrstühle) | 1739 |
| Aufzug für Schleifholz | 1273 |
| Ausbesserung von Mitscherlich-Kochern | 1534 |
| Ausblaseschieber für Sulfitkocher | 1568 |
| Ausbrennen des Siebs | 652 |

Seite

Ausgleichs-Riemenscheibe an Rollern mit Differential-Getriebe . . . . . 787
Ausglühen des Metalltuches . . . . . 596
Aushebvorrichtung an Querschneidern . . . 819
Auslaug-Kasten zur Soda-Wiedergewinnung, Amerikanische . . . . . 1407
Ausmauerung von Sulfitkochern . . . . . 1528
Aussalzen von Harzseife . . . . . 329
Ausschuss-Mahlen, -Quetschen und -Stampfen 495
Ausschusspapier, Stampfwerk für . . . . . 496
Ausschuss, Verarbeitung zu Papierstoff . . . 1081
Aus- und Einrücken der Nasspressen . . . . 679
Auswechseln der Nasspress-Filze . . . 672. 685
Ausweiter für Filzschläuche . . . . . 629. 655

Ballen-Verpackung . . . . . 1046
Barbotte, (Quirl) z. Auflösen v. altem Papier 1081
Baumwollfaser . . . . . 231. 1059
Baumwoll-Papier . . . . . 9
— — zu Papierwalzen . . . . . 934
— -Trockenfilze . . . . . 728
— -Walzen zu Glättzwecken . . . . . 937
Baupappe. . . . . 1687
Bedrucken von Pergamentpapier . . . . . 1702
Behandlung der Arbeiter . . . . . 1744
Behrends Sulfitlaugen-Bereitung m. Kalkmilch 1507
Beizen . . . . . 410
Beklebmaschine für Pappen . . . . . 1684
Belastungswalzen von Kalandern . . . . . 747
Belgien, Anfänge der Papierfabrikation in . 6
Bell'sche Schleiferei . . . . . 1290
Bess' Längsschneider . . . . . 804
Beschneidemaschinen . . . . . 1028
— Dreiseitige . . . . . 1033
— Vierseitige . . . . . 1036
Birkenholzzellstoff . . . . . 1067
Bischof's Roller . . . . . 991
Blackman's Propeller . . . . . 851
— Kalzinirofen m Riesel-u. Einspritz-Thurm 1186
Blanc fixe . . . . . 403
Blasebalg für Bleilöther . . . . . 1573
Blaue Farben . . . . . 442
Bläuen oder Weissfärben . . . . . 462
Blausaures Kali . . . . . 422
Blei-Auskleidung von Sulfitkochern . . . . 1552
Blei, Hart- u. Weich-, für Sulfitstofffabriken . 1572
Bleichbottiche für Natronzellstoff . . . . . 1406
Bleiche . . . . . 179. 224
— Elektrische . . . . . 208
— Gas- . . . . . 211
— Sauer- . . . . . 202
Bleichen des Stoffs aus altem Papier . . . 1079
— im Holländer . . . . . 144
— in den Kasten . . . . . 184. 202
— mit Chlorgas und Soda . . . . . 224
— nach d. hydrostatischen Verfahren . . 1153
— von Halbstoff . . . . . 236
— von Holzschliff . . . . . 1343
— von Natron-Holzzellstoff . . . . . 1412
— von Strohzellstoff in Holländern . . . 1149
— von Sulfitstoff . . . . . 1592
Bleichflüssigkeit, Kochsalzlösung als . . . . 179
Bleichflüssigkeiten, Verschiedene . . . . . 177
Bleichflüssigkeit, Verwendung d. abgetropften 201
Bleichholländer . . . . . 167
— für Natron-Holzzellstoff . . . . . 1412
Bleichkalkfabrikation . . . . . 228
Bleichkalk . . . . . 144
— Chemische Wirkung des . . . . . 147

Seite

Bleichkalk-Gehalt an wirksamem Chlor . . . 146
— Gehaltstabelle . . . . . 205
— Tabelle z. Umrechnung d. wirksamen Chlors in Prozente . . . . . 153
Bleichkalk-Auflöser, Amerikanischer . . . . 159
— — von Joh. Meiklejon & Son . . . 162
— -Lösung, Aufbewahren der . . . . . 154
— — Bereitung von . . . . . 155
— -Mühlen . . . . . 156
— — von Huntemüller . . . . . 156
— -Prüfung n. d. Penot-Mohr'schen Verfahren 150
— -Rückstände . . . . . 166
— -Untersuchung . . . . . 149
Bleichkammern . . . . . 214
Bleichlösung für Strohzellstoff . . . . . 1152
Bleiglätte und Glycerin als Sulfitkocher-Auskleidung . . . . . 1557
Bleilöthen . . . . . 1572
Bock, Dr.'s Leimverfahren . . . . . 332
Bogenkalander mit Messingstreifen . . . . 927
— Doppel- . . . . . 927
Bogenpapier, auf Rundsiebmaschine hergestellt 877
— Walzenglättwerk für . . . . . 923
— -Maschine . . . . . 872
Bogen-Zahl im Ries . . . . . 1765
*Bogus manilla paper* . . . . . 1666
Bottiche für Sulfitlauge-Bereitung . . . . . 1494
Braune Farben . . . . . 451
Brauner Harzleim . . . . . 314
Braunschliff, siehe Dämpfholzschliff.
Braunholzschliff, Stoffergebn. u. Verarbeitung 1359
— -Geschichte des . . . . . 1352
Breite der Papiermaschinen . . . . . 842
Bremse der Rollstange von Glättwerken . . 952
— zum Aufrollen von Papier . . . . . 946
Bremswellen für Roller . . . . . 782
Brennstoff-Verbrauch zum Papier-Trocknen . 709
Breton's Holländer . . . . . 270
Brissard's Rollen-Liniirmaschine . . . . . 1012
Brodie's Holländer . . . . . 279
Bronze-Kocher für Sulfitstoff . . . . . 1552
Bruchdehnung . . . . . 1752
Bruderhaus-Feuchtmaschine . . . . . 938
— -Rollkalander . . . . . 951
Brustleder . . . . . 606
Brustwalze der Papiermaschine . . . . . 640
— mit eigenem Antrieb . . . . . 642
— mit Spannschrauben . . . . . 645
Buchenholz zur Natronzellstoff-Fabrikation . 1414
Bunsen's Aschenbestimmungsverfahren . . . 390
Buntpapier-Trocknung . . . . . 901
Bürste unter der Vordruckwalze . . . . . 625
Bürsten des Ganzzeuges . . . . . 467
— des Metalltuches . . . . . 651
— der Nassfilze . . . . . 633
— hin- und hergehende, des 1. Pressfilzes 643
— von Flinsch's Roller . . . . . 911
— -Feuchter . . . . . 762
— — für Rollenpapier . . . . . 942
Bütten für Papierstoff . . . . . 511. 529
— mit waagerechter Welle . . . . . 514

C, siehe auch bei K und Z
Celluloid . . . . . 1705
Cellulose siehe Zellstoff
— -Reiniger von Wandel . . . . . 1587
Cement-Holländer-Trog nach Monier . . . . 284
Centralwalzen-Kalander . . . . . 967
Centrifugal-Knotenfang . . . . . 581

Seite

Centrifugen . . . . . 198
Charlottenburg, kgl. mech.tech. Versuchs-Anstalt 1751
Check-Fälschungen, Verhütung von . . . . 1649
Chemische Reinigung des Fabrikationswassers 1721
Chinaclay . . . . . 397
Chinesische Papierfabrikation . . . . . 2
Chlor, Prüfung auf . . . . . 244
Chlorbaryum z. Fällung v. Baryumsulfat im Stoff 404
— -Leimung . . . . . 346
Chlorbleiche von De Naeyer & Cie. . . . . 1402
Chlorentwickler . . . . . 219
Chlorgas-Bereitung . . . . . 211
— Chemische Wirkung . . . . . 217
— -Darstellung nach Deacons Verfahren . 229
— — nach Weldons Verfahren . . . 228
Chlorkalk siehe Bleichkalk
Chlor-Ozon . . . . . 178
Chlorwasser als Bleichflüssigkeit . . . . . 179
Chlorzink (zur Herstellung vulkanisirt. Fasern) 1703
Chrombeize . . . . . 419
Cigaretten-Papier . . . . . 1659
Cirkular-Stampfwerk . . . . . 496
Cochenille . . . . . 440
*Compteur* (Messvorrichtg. f. aufgerolltes Papier) 798
Conradins Leimverfahren . . . . . 346
Cornells Patent zum Färben der Papier-Oberfläche auf der Gautschpresse . . . . . 1653
Cresson's Strohzellstoff-Kochverfahren . . . 1157
Cyclon (Fülltrichter) z. Ablieferung d. Späne 1565
Cylinder-Abpressmaschine . . . . . 192
— -Feuchter für Rollenpapier . . . . . 942
— -Knotenfänge . . . . . 566
— -Langsieb-Papiermaschine von Stenger 869
— -Papiermaschine . . . . . 853
— -Sortirer für Holzschliff . . . . . 1280
— — von Th. Bell in Kriens . . . . . 1287
— Trocken-, s. a. Trockencylind. u. Trockner

Dachpappe . . . . . 1686
Dahl, C. F., Sulfatverfahren . . . . . 1169
— Wiedergewinnung des Natrons . . . 1178
Dämpfen des Holzes für Braunschliff. . . . 1353
— der Späne im Mitscherlich-Kocher . . 1537
Dämpfholzschliff, . . . . . 1352
— Farbe von . . . . . 1358
Dampf, Abgehender, zum Heizen des Trockners 825
— Frischer, zum Speisen des Trockners . 726
— — zum Papiertrocknen . . . . . 827
Dampfabblas-Ventil, Debié's . . . . . 81
Dampf-Ausnützung im Trockner . . . . . 734
Dampfdruck-Verminderer . . . . . 827
— — für den Trockner . . . . . 711
Dampf-Entfernung a. d. Papiermaschinen-Saal 844
Dampfkessel . . . . . 1733
Dampfkraft . . . . . 1736
Dampfleitung der Trockencylinder. . . . . 703
Dampfmaschine als Papiermaschinen-Antrieb . 825
Dampfreglung für den Trockner . . . . . 709
Dampfspannung beim Lumpenkochen . . . 75
— Regler . . . . . 79
Dampfstrahlpumpen für Sauger . . . . . 618
Dampftrocknung oberflächlich geleimten Papiers 900
Dampfwasser-Ableiter . . . . . 734
*Dandy roll* . . . . . 624
Dauerhaftigkeit von Papier aus Holzstoffen . 1633
Deacon's Verfahren zur Chlorgas-Darstellung . 229
Debié's Alaun-Auflösungs- und Misch-Maschine 399
— Holländer . . . . . 271
— Lumpenkocher . . . . . 85

Seite

Debié's Messvorrichtung für Rollenpapier . . 798
Decke des Papiermaschinensaales . . . . . 847
Deckelriemen . . . . . 599
Defibreur, siehe Schleifer
Denkschriften wegen Einführung der amtlichen Papierprüfung in Preussen . . . . . 1747
Dehnbarkeit des Papiers, Einfluss d. Thonerde 401
Dehnung . . . . . 1752
— Höhere, durch richtigen Zug auf dem Trockner. . . . . 723
— in der Längs- und Querrichtung . . . 738
Desinfektion, siehe Entseuchung
Diana-Papier. . . . . 1652
Dichten lecker Trockencylinder . . . . . 702
Dicke-Messer, Schopper'scher . . . . . 1762
— -Messung . . . . . 1761
Differential-Getriebe für amerikanische Roller 785
Dixon's Strohzellstoff-Kocher . . . . . 428. 1154
*Dogcutter* . . . . . 813
Dolomit zur Sulfitlauge-Bereitung . . . . . 1427
Donkin-Knotenfänge . . . . . 547
— -Papiermaschine . . . . . 530
Doppelkalander für Bogen . . . . . 927
Doppel-Papier oder zweifarbiges Papier. . . 1656
Doppelwasserglas-Herstellung . . . . . 93
Mc. Dougall's Sulfitlauge-Bereitung mit Kalkmilch . . . . . 1500
Draht-Vordruckwalzen . . . . . 628
Dreh-Kalzinieröfen z. Wiedergewinnung v. Natron 1198
— — Patent von Warren & Cloudman 1198
Drehkessel für Strohzellstoff-Bleiche . . . . 1152
Drehknotenfang nach Brüngger . . . . . 1590
— ohne Radantrieb . . . . . 1588
Drehknotenfänge . . . . . 566
Drehkocher für Lumpen . . . . . 80
— für Sulfitstoff . . . . . 1559
Drehvorrichtung für Sulfitkocher . . . . . 1527
Dreiseitige Beschneidemaschine . . . . . 1033
Dreschen der Lumpen . . . . . 30
Drescher, Lumpen-, Amerikanischer . . . . 31
Drewsen's Verfahren zur Verwerthung von Sulfit-Abgas . . . . . 1577
— & Dorenfeldt's Sulfitverfahren . . . . 1510
Drillirte Siebe . . . . . 598
Druckpapier aus Jute . . . . . 1637
Druckregler für die Pressen von Schleifsteinen 1262
Dynamomaschinen . . . . . 1738

Eau de Javelle . . . . . 177
— — Labarraque . . . . . 178
Eck'scher Reibungskalander . . . . . 970
— Hochglanz-Rollkalander . . . . . 964
*Egoutteur*, siehe Vordruckwalze
Eindampfen der natronhaltigen Kochlaugen in Dampferzeugern . . . . . 1194
— von Sulfit-Ablauge . . . . . 1628
Einführen des Papiers in den Trockner . . 739
Einhüllung von Sulfitkochern mit Wärmeschutzmasse . . . . . 1529
Einkauf der Lumpen . . . . . 22
Einseitig glattes Papier . . . . . 1660
Eintragen der Lumpen in den Holländer . . 95
— von altem Papier in die Kocher . . . 1076
Einweichen des Filzschlauches . . . . . 630
— von Stroh . . . . . 1137
Eisen, Entfernung a. d. Stoff durch Magnete 546
— — aus dem Fabrikationswasser . . . 1724
Eisenbahnstäuber für Lumpen . . . . . 58
Eisenbeizen . . . . . 416

Seite

Eisenchlorid, Prüfungsmittel d. Leimfestigkeit 1765
Ekman's Sulfitverfahren . . . . . 1420
Elektrizität des Papiers a. d. Papiermaschine 767
— von geglätteten Bogen . . . . . 926
Elektrische Bleiche . . . . . 208
Ellbogengrundwerke . . . . . 112
Endlose Pappen-Maschine . . . . . 1383
Engelmaiers Verfahren z. Entharzen v. Sulfitstoff 1596
Englische Leimmaschine . . . . . 895
— Querschneider . . . . . 990
Entharzen von Sulfitstoff nach Engelmaier . 1596
Entleeren von Lumpenkochern . . . . . 75
Enteisenung von Fabrikationswasser . . . 1723
Entleerung der Holländer . . . . . 137
Entrinden v. Papierholz mittels Schäl-Maschinen 1246
Entseuchung der Lumpen . . . . . 25
— von Lumpen in Amerika . . . . . 27
— in Ballen verpackter Lumpen . . . . 28
Entwässern und Bleichen in d. Abtropfkasten 184
Entwässerung auf dem Langsieb . . . . . 641
Entwässerungs-Cylinder für Zeugfänger . . . 650
— -Maschine d. Völter-Voith'schen Schleif. 1268
— — für Zellstoff . . . . . 1603. 1605
— -Presse . . . . . 195
Erfinder der Papiermaschine . . . . . 530
Erfolg einer Papierfabrik . . . . . 1745
Erkennungsmittel f. d. Maschinenlaufrichtung 1763
Ersatzstoffe für Lumpen, Alte und neue . . 1052
— — Matthias Koops Versuche . . . . 1050
— — Vorschläge des Dr. Jacob Christian Schäffer . . . . . 1049
Ertrag von Holzschleifen . . . . . 1746
Esparto, Bedeutung als Rohstoff . . . . . 1229
— -Gras, Abarten und Vorkommen . . . 1210
— — Einfuhr nach Grossbritannien . . 1230
— — Erzeugung der verschied. Länder 1229
— — Zusammensetzung . . . . . 1211
— -Drehkocher . . . . . 1217
— -Kocher, Stehende . . . . . 1211
— — von A. Stevenson . . . . . 1214
— — von Masson, Scott & Cie. . . . . 1226
— — von Tod & Son . . . . . 1216
— -Lauge, Verwendung gebrauchter . . 1218
— -Stäuber . . . . . 1222
— -Stoff-Anlage, Neuere . . . . . 1222
— — Bleichen von . . . . . 1218
— — Wahl des Kochverfahrens . . . . 1228
— — Waschen des . . . . . 1217
— — -Ergebniss . . . . . 1228
— — -Feinmühle von Taylor . . . . . 1228
— -Zellstoff, Bau der Zellen . . . . . 1069
*Essence de Boulogne* . . . . . 178
Essigsäure zum Bleichen . . . . . 176
Essigsaure Thonerde . . . . . 413
Expansions-Riemscheiben . . . . . 832
Explosionen von Lumpenkochern . . . . . 76

Fabrik-Gebäude . . . . . 1741
Fabrikleitung . . . . . 1744
Fabrikationswasser . . . . 358. 1707. 1727. 1741
Färbe-Verfahren . . . . . 424
— -Vorschriften . . . . . 429
Färben der Papieroberfläche durch die Siebmaschen hindurch . . . . . 1654
— des Papierstoffs . . . . . 410
— im Holländer . . . . . 426
— nach Muster . . . . . 426
— von fertigem Papier . . . . . 1650
— von Pergamentpapier . . . . . 1696

Seite

Falten im Metalltuch . . . . . 640
— im Trockenfilz . . . . . 728
Fangpressen . . . . . 1042
Farbe, Röthliche, von Sulfitstoff . . . . 1591
Farben-Erkennungsmittel . . . . . 449
— — blauer . . . . . 446
— — brauner . . . . . 456
— — gelber und orange . . . . . 434
— — schwarzer . . . . . 461
— -Mischung . . . . . 424
Farbmenge im Papier . . . . . 464
Farbstoffe, Wahl der . . . . . 427
Faserart-Ermittlung . . . . . 1762
Fasergehalt v. Stroh. Tabelle v. C. Schmidt 1107
— — Tabelle v. Dr. Adolf Meyer . . . 1107
Fasergewinnung aus dem Abwasser . . . . 1730
Fasern . . . . . 410
— siehe auch bei den einzelnen Faserarten, wie Hanf, Leinen, Zellstoff usw.
— Vermischung im Papier . . . . . 234
— wichtigste in Lumpen vorkommende . 231
Faserverlust beim Lumpenschneiden . . . . 60
Faulen der Lumpen . . . . . 13
Federbogenführung bei Rollkalandern . . . 953
Federliniirmaschinen . . . . . 1005
— von Hickok . . . . . 1005
Federn von Glättwerkwalzen . . . . . 927
Feinheitsnummer . . . . . 1752
Feinkies-Ofen . . . . . 1471
Feinmahlen . . . . . 219
— von Stoff aus altem Papier . . . . . 1087
Feinmühle d. Schleiferei d. Varziner Papierfabrik 1282
— der Völter-Voith'schen Schleiferei . . 1266
— mit feststehendem Oberstein . . . . 1336
— mit waagrechter Welle . . . . . 1339
— Schärfung der Steine . . . . . 1266
Ferroeyankalium . . . . . 422
Fertigmahlen des Papierstoffes . . . . . 467
Festigkeit des Papiers . . . . . 1751
— — — Einfluss der Thonerde auf . . 401
Festigkeitsprüfer, Schopper'scher . . . . . 1755
— von Hartig-Reusch . . . . . 1752
— Wendler'scher . . . . . 1752
Fettdichtes Papier . . . . . 1630
Fett-Leimung . . . . . 384
Feuchten des Papiers . . . . . 757. 975
— — zwischen zwei nassen Filzbahnen 767
— durch Dampf-Spritzrohr . . . . . 759
— von Pappe . . . . . 1678
Feucht-Filz . . . . . 748
Feuchter mit Messingwalze . . . . . 759
— mit Pumpe . . . . . 766
Feuchtigkeitsgehalt der Lumpen . . . . . 23
Feuchtmaschinen für Rollenpapier . . . . . 938
Feuchtpresse . . . . . 718. 726. 731. 749
Feuersicherheit in Papierfabriken . . . . 1742
Fichte, Fasern der . . . . . 1063
Fichtenholz, Mikroskopisches Bild . . . . . 1063
Fichtenrinde, Gerbstoff aus . . . . . 1252
Filter nach Richter . . . . . 1716
— Versandfähige . . . . . 1715
— nach Weigel . . . . . 1720
Filtrirpapier . . . . . 1673
Filtrirsteine aus Cement . . . . . 191
— aus Thon . . . . . 192
— Herstellung der . . . . . 191
Filz der Harper-Papiermaschine . . . . . 868
Filze . . . . . 685
Filzfeuchter für Rollenpapier . . . . . 942

Seite

Filzführer für Trockenfilze . . . . . 733
Filzreinigung bei der Rundsiebmaschine . . 855
Filzsandfang . . . . . 544
Filzschläger . . . . . 687
Filzschlauch-Ausweiter . . . . . 629
— -Befestigung mittels Maschine . . . . 631
— der Gautschwalzen . . . . . 629. 654
Filz-Streckwalzen mit Kupferspiralen . . . 686
Filzstreifen zur Geschwindigkeits-Aenderung von Theilen der Papiermaschine . . . . 832
Filztrockner . . . . . 708. 727
Filzumwickelte Presswalzen . . . . . 676
Filzwascher . . . . . 690
— der Rundsiebmachine . . . . . 855
Fischerei, Schädigung durch Sulfit-Ablauge . 1625
Flachsfaser . . . . . 231
Flachschleifer von Fünfstück . . . . . 1310
Flammöfen zur Wiedergewinnung d. Natrons 1173
Flansch-Riemscheibe für Aufrollstangen . . 946
Flatsche für Pergamentpapier-Herstellung . . 1696
Flinsch's Leimmaschine . . . . . 902
Flügelpumpe . . . . . 538
Forbe's Holländer . . . . . 274
Förste & Trommscher Selbstanleger . . . . 1026
Formate der Papiere . . . . . 1765
Formatwagen des Langsiebes . . . . . 600
— während des Laufs verstellbar . . . 608
— nach Escher Wyss & Cie. . . . . 606
— nach H. Füllner . . . . . 609
— nach Kron in Golzern . . . . . 604
Formatwalze . . . . . 1369
Fourdrinier-(Siebtisch-)Papiermaschine . 530. 852
Fox' Waschtrommel . . . . . 128
Fräser zum Reinigen von Sulfitstoff-Holz . . 1442
Frank, Dr. A., Erklärung des Sulfitverfahrens . 1426
— — Sulfitlauge-Bereitung m. Kalkmilch 1502
Franke, D. O., Sulfitkocher m. Blei-Auskeidung 1552
Frankreich, Anfänge der Papierfabrikation . 6
Freie Schwefligsäure in der Sulfitlauge . . . 1505
Frieren von Filtrirpapier . . . . . 1674
Friktions-Kalander . . . . . 969
Friktionsscheibe für Rollenwicklung . . . . 945
Führungstisch an Längsschneidern . . . . 807
Füllstoffe . . . . . 387. 400. 410
— Mineralische in Löschpapier . . . . 1670
— Behandlung derselben vor dem Mischen mit Papierstoff . . . . . 399
Füllung der Sulfitkocher . . . . . 1615
Fundamente der Holländer . . . . . 137
— von Papiermaschinen . . . . . 842
Fussboden des Papiermaschinensaales . . . 844

Gang, Langsamer u. rascher v. Kalandern . 956
Ganzholländer . . . . . 250
Ganzstoffholländer, Goulds . . . . . 476. 483
— Kegelstoffmühlen neuerer Bauart . . . 489
— Kingsland's Plattenstoffmühle . . . . 467
— Kegelstoffmühlen anderer Bauart . . . 483
Ganzstoffmühle, Goulds . . . . . 476 483
— Jordan & Eustices Kegelstoffmühle . . 472
— Kingslands Platten . . . . . 467
— mit Kreislauf . . . . . 483
Ganzzeug, Fertigmahlen oder Bürsten . . . 467
— -Holländer (Stoffmühlen) . . . . . 467
Gasabblas-Ventil für Sulfitkocher . . . . . 1567
Gasbleiche . . . . . 211. 224. 228
Gauffrirmaschine von Jos. Eck & Söhne . . 1001
Gautschen bei der Handpapierfabrikation . . 15
Gautschknecht . . . . . 636

Seite

Gautschpresse . . . . . 629
— Hebel und Gewichte der . . . . . 632
— Lagerung der . . . . . 635
Gautschwalze, Durchmesser der . . . . . 632
— mit Kautschuk-Ueberzug . . . . 631. 635
— Parallele Lage der . . . . . 657
— der Rundsieb-Maschine . . . . . 854
— ohne Ueberzug . . . . . 631
— Untere, mit Hartgummi-Ueberzug . . . 632
Gavit's Querschneider . . . . . 809
Gedämpftes Holz, siehe Braunholzschliff
Gefälle eines Wasserlaufes . . . . . 1732
Geheizte Glättwerke . . . . . 749
Gelochte Platten für Saugkasten . . . . . 621
Gerbleim aus Sulfit-Ablauge . . . . 1423. 1619
Gerbsäuren . . . . . 418
Gerbstoff aus Fichtenrinde . . . . . 1252
— -Gewinnung durch Sulfit-Verfahren . . 1423
Gerippte Vordruckwalze . . . . . 625
Geschichte der Harzleimung . . . . . 289
— Papierfabrikation . . . . . 5
— Papierprüfung . . . . . 1747
— und Eintheilung der Ersatzstoffe . . . 1049
Geschwindigkeit der Papiermaschine . . . . 842
— -Aenderung durch Aufkleben von Filzstreifen auf die Riemscheibe . . . 832
— -Reglung von Papiermaschinen . . . 828
Gestell der Nasspressen . . . . . 694
— Saug-Kasten . . . . . 622
— des Siebtisches . . . . . 598
Gesundheitszustand in Papierfabriken . . . 26
Getriebe der Papiermaschine, amerik. . . . 828
Gewichtsbelastung der Kalander . . . . . 739
— von Rollkalandern . . . . . 956
Gips . . . . . 402
Glätten . . . . . 742. 919
— Einfluss auf Festigkeit . . . . . 975
— von Pappe . . . . . 1678
— der Siebnaht . . . . . 597
Glättpressen, Hydraulische der Holyoke Machine Co. . . . . 1039
Glättwerk für Pappe . . . . . 1680
— Pergamentpapier . . . . . 1700
— Pressspähne . . . . . 1683
— Amerikanisches, für Rollenpapier . . . 945
— Geheiztes . . . . . 749
— Reibungs- . . . . . 973
Gleitstange für Rollwellen . . . . . 791
Glyceriniren von Löschpapier . . . . . 1672
— Pergamentpapier . . . . . 1698
Goudronné . . . . . 1667
Gould's Knotenfang . . . . . 555
— Kegelstoffmühle . . . . . 476. 483
Grädigkeit der Soda . . . . . 1123
Graffigna's Trockenthurm . . . . . 912
Grau . . . . . 456
Greifwalze des ersten Trockencylinders . . . 717
Grüne Farben . . . . . 447
Grundwerk . . . . . 140
— Bewegliches . . . . . 108
— von J. P. Korschilgen . . . . . 118
— Ellbogen- . . . . . 112
— für Halbzeugholländer . . . . . 111
— Patentirtes . . . . . 116
— -Abnutzung . . . . . 104
— -Befestigung, Verbesserte . . . . . 110
— -Schienen, Einschleifen . . . . . 129
Guillotine-Lumpenschneider . . . . . 45
Gummi-Deckelriemen . . . . . 600

Seite

Gummi-Schürze . . . . . 605
Gummituch zum Belegen der Ränder von Rundsieben . . . . . 877
— Endloses . . . . . 612
— statt Tellerleder . . . . . 593

Haare der Nassfilze . . . . . 633
— Thierische . . . . . 233
Hackmaschine für Sulfitstoffholz, s. Schneidemaschine
— f. Sulfitstoffholz, mit kreisenden Messern 1437
Häckselmaschine mit Brettergehäuse . . . . 1098
— der A.-G. H. F. Eckert & Co. Berlin O. 1094
— m. Schutzvorrichtung i. d. Halbach'schen Fabrik . . . . . 1095
— mit Schutzvorrichtung nach Joh. Janssen in Hoogezand . . . . . 1096
— für Stroh . . . . . 1094
Haferstroh, Fasergehalt . . . . . 1108
Hahn's Natronzellstoff-Verfahren . . . . . 1396
Halbstoffe, Werth . . . . . 234
Halbstoffergebniss der Lumpen . . . . . 241
Halbwoll-Papier zu Papierwalzen . . . . . 934
Halbzellstoffe . . . . . 1631
Halbzeug-Holländer . . . . . 94
— — Bauart . . . . . 97
— — Grundwerke . . . . . 111
Hamburger Lumpenmarken . . . . . 25
Hammond's Querschneider . . . . . 816
— Waschtrommel . . . . . 127
Handel mit altem Papier . . . . . 1072
Handelsbenennungen von altem Papier . . . 1072
Handpapier-Anlage, Moderne . . . . . 16
Handpapier-Fabrikation . . . . . 13. 21
— — Bedeutung, jetzige . . . . . 20
— — Faulen der Lumpen . . . . . 13
— — Gautschen . . . . . 15
— — Sortiren der Lumpen . . . . . 13
— — Schöpfen . . . . . 14
— — Waschen der Lumpen . . . . . 13
Hanf-Faser . . . . . 231
— — Mikroskopisches Bild . . . . . 1062
Hanfpisang . . . . . 1635
Harper's Papiermaschine . . . . . 867
Harpungabel, Doppelte zum Verladen v. Stroh 1111
Hartblei-Auskleidung von Rohren usw. . . . 1551
Hartgummi-Ueberzug der Presswalzen . . . 675
Hartgusswalzen . . . . . 750. 924
Hartguss-Presswalzen . . . . . 677
Hartig-Reusch'scher Festigkeits-Prüfer . . . 1752
Hartwalzen . . . . . 749
— mit Dampfheizung . . . . . 960. 970
Harz, Auflösen nach Sembritzki . . . . . 323
— Freies . . . . . 378
— (Milch-Harz) . . . . . 330
— Herstellung von Milch-Harz . . . . . 378
— im Holzschliff . . . . . 1348
— auf dem Metalltuch . . . . . 652
— im Sulfitstoff . . . . . 1592
— -Enstehung und -Gewinnung . . . . 305
— -Verseifung . . . . . 322
Harzleim, mit Stärke-Zusatz . . . . . 333
— Zusatz anderer Leimstoffe . . . . . 335
Harzleimung . . . . . 289
— Alaun bei der . . . . . 337
— Dr. Max Bock über . . . . . 303
— Erkennungsmittel für . . . . . 1764
— Geschichte der . . . . . 289

Seite

Harzleimung Sembritzkis . . . . 301. 323. 331
— Sodaverbrauch bei der . . . . . 319
— Technik der (Dr. Wurster) . . . . . 312
— Theorie der . . . . . 296
— Dr. Wurster über . . . . . 297
Harzseife . . . . . 307
— Auslaugen . . . . . 379
— nach Illig . . . . . 307
— Kochzeit . . . . . 323
— Probenahme von . . . . . 322
— Prüfung . . . . . 322
— Reinigung . . . . . 328
— Verdünnen . . . . . 330
— -Herstellung nach Sembritzki . . . . 324
— — Wassermenge zur . . . . . 323
Harzstippen im Papier . . . . . 306
Harzverbrauch zur Leimung von 100 kg Papier 324
Haspel . . . . . 294
— auf drehbarem Gestell . . . . . 769
— der Rundsiebmaschine . . . . . 853
— zum Trocknen von endlosem Papier . 896
— Verstellbare . . . . . 768
Haspelcylinder des Kaiserschen Trockners . . 736
Haube des Holländers . . . . . 139
Haubold's Verfahren zur Herstellung von Papierwalzen . . . . . 930
Heberwascher . . . . . 126
Heckmann's Apparat zum Verdampfen unter Luftleere . . . . . 1188
— Schaumabscheider . . . . . 1189
Heilwirkung von Sulfit-Ablauge . . . . . 1622
Heisspresse (Kalander) . . . . . 749
Heizer-Prämien . . . . . 1735
Heizfläche von Dampfkesseln . . . . . 1733
Heizröhren a. d. Decke d. Papiermaschinen-Saales 845
Heizrohre für Mitscherlich-Kocher . . . . . 1530
Heizschlangen für Mitscherlich-Kocher, Einführungsnutzen zu . . . . . 1532
Heizung der Aussenmauer des Papiermaschinen-Saales . . . . . 850
— und Kühlung der Kalander . . . . . 974
Hermites Bleiche (Elektrische Bleiche) . . . 209
Hickok's Schnelliniirmaschine . . . . . 1005
Hobelmaschine zum Reinigen der Stirnflächen von Schleifholz . . . . . 1249
Hochdruck-Dampf . . . . . 1737
— -Dampfmaschine zum Papiermaschinen-Antrieb . . . . . 826
Hochglanz-Rollkalander . . . . . 963
Hodges'sche Rundsieb-Pappenmaschine . . . 859
Hofmann, C. s. Bemühungen um d. amtl. Papier-Prüfung in Preussen . . . . . 1747
Holländer, s. auch Wasch-, Bleich-, Ganzzeug usw. -Holländer
— Bretons . . . . . 270
— Brodies . . . . . 279
— Cylindrischer (Stoffmühle) . . . . . 481
— Goulds . . . . . 476. 483
— für Ganzzeug . . . . . 467
— Grösse der . . . . . 135
— Grundwerk . . . . . 250
— Halbzeug- . . . . . 94
— mit in der Mitte befindlicher Heblade . 108
— von Hitschler & Andres . . . . . 131
— mit innerem Hohlraum . . . . . 109
— Hölzerne amerikanische . . . . . 138
— Hoyt's . . . . . 278
— Jordan & Eustices Kegelstoffmühle . . 472
— Kegelstoffmühlen . . . . . 483

Seite

Holländer Kegelstoffmühlen neuerer Bauart . 489
— Kingslands Plattenstoffmühle . . . 467
— Korschilgens . . . . . 255
— Kraftverbrauch der . . . . . 254
— Kegelstoffmühlen anderer Bauart . . . 483
— Leistung . . . . . 253
— Plattenstoffmühle . . . . . 483
— mit Pressluft zum Stoffrühren . . . . 259
— mit Schöpfrad und zwei Walzen . . . 274
— Schrauben- . . . . . 281
— Stoffmühlen mit Kreislauf . . . . . 483
— mit Stofftreiber und kleiner Walze . . 271
— Stoffumlauf im . . . . . 96
— mit Turbinenrad . . . . . 284
— Umpherstons . . . . . 277
— Versuchs- . . . . . 242
— mit mehreren Walzen . . . . . 268
— Wascheinrichtungen . . . . . 141
— Anstrich des Troges . . . . . 141
— Grundwerk . . . . . 111. 140
— -Haube . . . . . 139
— -Kropf . . . . . 101
— -Tröge mit Porzellan-Auskleidung . . 102
— -Trog . . . . . 101
— — Hölzerner . . . . . 138
— — aus Monier-Cement . . . . 264. 284
— — mit Rührern von E. Debié . . . 129
Holländerwalze, Antrieb der . . . . . 110
— Geschwindigkeit der . . . . . 110
— mit Gegengewicht . . . . . 261
— Hebung und Senkung der . . . . . 105
— mit eingelegter Welle . . . . . 107
Holländerwalzen . . . . . 98. 139. 250
— Kegelförmige . . . . . 259
— nach Patent Bradbury & Russel . . . 100
Holländer-Waschtrommel . . . . . 140
— -Wellen . . . . . 101
Holz, Entrinden von Hand . . . . . 1246
— für Holzschliff geeignet . . . . . 1237
— Putzen für Sulfitzellstoff . . . . . 1428
— zu Sulfit-Zellstoff . . . . . 1427
— -Bedarf der Papierfabrikation des Deutschen Reichs . . . . . 1242
— -Bezug Deutschlands . . . . . 1768
— -Füllung von Sulfitkochern . . . . . 1563
— -Hülsen für Papierrollen . . . . . 789
— -Kämme für Wechselräder . . . . . 830
Holz-Mehl . . . . . 1351
— -Pappen, weisse . . . . . 1369
— -Schleife von J. G. Enge in Petersdorf b. Warmbrunn . . . . . 1270
— -Schleifer u. Zeichnung v. F. G. Keller 1233
— -Schleiferei mit Dampfkraft . . . . 1368
Holzschliff, Bestimmung des Trockengewichts 1361
— Bleichen von . . . . . 1342
— -Erzeugung Deutschlands . . . . . 1767
— Harz im . . . . . 1348
— Verarbeitung v. trockenem, d. Stoffreisser 1347
— Versand und Aufbewahrung von . . 1349
— Form der Faseru . . . . . 1063
— Geschichte . . . . . 1231
— Mikroskopisches Bild des . . . . . 1064
— Verarbeitung von feuchtem . . . . . 1345
— — von trockenem . . . . . 1345
— Verkaufsgewicht von . . . . . 1360
— -Entwässerungsmaschine, amerik. . . 1301
— — mit 2 Pressen . . . . . 1269
— — d. Schleiferei d. Varziner Papierfabrik 1283
— -Erkennungsmittel . . . . . 1762

Seite

Holzschliff-Feinmühle (Raffineur) Erfindung . 1236
Holzstoffe, Dauerhaftigkeit von daraus hergestellten Papieren . . . . . 1633
Holzzellstoff, Bau der Zellen . . . . . 1065
Houghton's Natronzellstoff, Verfahren . . . 1393
Hoyt's Holländer . . . . . 278
Hülsen für Rollenwickler . . . . . 779
Hut zur Dampfabfuhr a. d. Papiermaschinensaal 844
Hydraulische und Fangpressen . . . . . 1039
Hydrostatisches Verfahren zum Bleichen von Strohzellstoff . . . . . 1153
Hydrozellstoff . . . . . 179. 1057

Ibotson's Knotenfang . . . . . 563
— Ofen zur Wiedergewinnung d. Natrons 1176
Illig, Erfinder der Harzleimung . . . . . 307
— Harzleimung . . . . . 289
— Leimen des Papiers in der Masse . . 350
— über Verwendung von Alaun . . . . 349
Imitirt Pergamentpapier . . . . . 1628
Italien, Anfänge der Papierfabrikation in . . 5

Jahres-Umsatz . . . . . 1745
Japanische Papierfabrikation . . . . . 2
Jordan & Eustices Kegelstoffmühle . . . 472
Joynson's Trockner für oberflächlich geleimtes Papier . . . . . 897
Jute, Bedeutung der . . . . . 1638
— Mikroskopisches Bild der . . . . . 1065
— Vorkommen und Bedeutung . . . . 1636
— -Fasern . . . . . 1065
— -Packpapier . . . . . 1637

Kaiser's Lufttrocknung . . . . . 735
Kalander . . . . . 742. 976
— Amerikanische . . . . . 747
— -Heizung und -Kühlung . . . . . 974
— Reibungs- . . . . . 973
— Centralwalzen- . . . . . 968
Kalanderwalzen . . . . . 742
Kali, Blausaures . . . . . 422
Kalk, Doppeltschwefligsaurer . . . . . 1425
— Lagerung des . . . . . 68
— -Auflöser . . . . . 70
Kalkmilch . . . . . 69
— Zusatz zum gebleichten Strohzellstoff . 1151
Kalkschlamm, Verwendung als Dünger . . . 1127
Kalkstein für Sulfitlaugen-Bereitung . . . . 1485
Kalzinirte Soda . . . . . 1120
Kamin-Höhe und Querschnitt . . . . . 1734
Kanaltrockner für Bogenpapier . . . . . 914
— für Pappen . . . . . 1380
Kaolin . . . . . 397
Kapital für Bau u. Betrieb v. Papierfabriken 1745
Kartoffelpülpe . . . . . 1644
Kattunlumpen . . . . . 67
Katzen . . . . . 554. 572
Katzenfang . . . . . 559
Katzen- und Knotenfang, Vereinigter . . . 561
Kaustische Soda . . . . . 1119
Kaustiziren von Sodalauge . . . . . 1405
Keen, M. L. Strohzellstoff-Kochverfahren . . 1157
Kegelriemscheiben . . . . . 828
— zum Antrieb von Papiermaschinen . . 835
— Reibungs- . . . . . 838
Kegelstoffmühlen . . . . . 483
— neuerer Bauart . . . . . 489. 495
— Jordan & Eustices . . . . . 472
Keilrad bei Rollkalander-Vorgelegen . . . . 956

Seite

Keller, F. G., Brustbild . . . . . 1237
— Erfindung des Holzschliffs . . . . . 1231
Kellner, Dr. Karl's, Laugenspanner . . . . 1546
Kessel-Speisewasser . . . . . 1735
Kesselstein . . . . . 1735
Ketten der deutschen Leimmaschine . . . . 904
Kettendraht des Metalltuchs . . . . . 595
Kettenrollen der Eck'schen Kalander. . . . 967
Kienölgewinnung bei der Natron-Holzzellstoff-Fabrikation . . . . . 1414
Kies, s. Schwefelkies
Kieselsäure-Gehalt v. wiedergewonnenem Natron 1203
Kiesfilter . . . . . 1707
Kingslands Plattenstoffmühle . . . . . 467
Kippsandfang . . . . . 545
Kippstange für Rollwellen . . . . . 791
Klammern zum Aufhängen von Pappen . . . 1373
Klammerkämme für Bogen-Pappen . . . . 1374
Kleben des Papiers an der oberen Presswalze 696
— von Pergamentpapier . . . . . 1702
— von Rollen-Enden . . . . . 794
— der inneren Rollen-Enden . . . . . 794
Klinken-Reibungskupplung . . . . . 840
Kneelands Legmaschine . . . . . 885
Knitterer, Mechanische, von Pfuhl u. Schopper . . . . . 1757. 1761
Knitterprobe von Hand . . . . . 1756
Knitterstufen, Charlottenburger u. Pfuhl'sche 1760
Knotenfänger Anlage von . . . . . 586
Knotenfänge, Behandlung . . . . . 586
— Cylindrische . . . . . 566
— Donkinsche Bauart . . . . . 547
— Dreh- . . . . . 566
— Plan- mit selbstthätiger Reinigung der Rückstände . . . . . 562
— Plan-, mit besonderer Saug-Einrichtung, 577
— mit senkrecht u. schräg stehend. Platten 581
— für Strohzellstoff . . . . . 1148
— Zweck . . . . . 547
Knotenfang mit Bürsten-Kreuz zur Reinigung der Schlitze . . . . . 572
— Centrifugal- . . . . . 581
— mit Durchgang von unten nach oben, mit Saugvorrichtung . . . . . 559
— Gouldscher . . . . . 555. 1582
— Ibotson's . . . . . 562
— Plan-, mit Saugung . . . . . 562
— *Seneca screen* . . . . . 579
— Plan- mit Schüttelbewegung, . . . . 550
— Verbindung des letzten mit dem Teller 590
— -Platten . . . . . 548
— -Reiniger . . . . . 568
— -Trommel . . . . . 546
Kochen von Lumpen . . . . . 235
— des alten Papiers . . . . . 1075
Kocher, s. Sulfitkocher
— zum Holzdämpfen . . . . . 1353
— m. Kupfer-Auskleidung z. Holzdämpfen 1356
— Stehende, zum Holzdämpfen . . . . 1357
— für Leim . . . . . 325
— für Natronstoff nach de Naeyer & Cie . 1402
— für Natron-Zellstoff d. Pusey, & Jones Co. 1408
— für Natronstoff nach Sinclair . . . . 1395
Kocherumhüllung mit Wärmeschutzmasse . . 1529
Kochsalz zum Aussalzen der Harzseife . . . 330
Kochsalzlösung als Bleichflüssigkeit . . . . 179
Kochverfahren nach Mitscherlich . . . . . 1536
Kochzeit des alten Papiers . . . . . 1078
Koegels Längsschneider . . . . . 801

Seite

Kohlensäure als Hilfsmittel beim Bleichen . . 175
Kohlenverbrauch . . . . . 1736
— bei Debié's Lumpenkocher . . . . . 87
Kohlenwasserstoffe, Zellstoffgewinnung durch 1633
Kollergänge . . . . . 506
Kollergang . . . . . 498
— zum Auflösen von trockenem Holzschliff 1345
— mit Holländergrundwerk . . . . . 508
— mit kegelförmigen Läufern . . . . . 504
— Lagerung der Läufer . . . . . 500
Kondenstöpfe . . . . . 734
Kondenswasser-Abfuhr a. d. Trockencylindern 703
Koops, Matthias, erste Versuche m. Ersatzstoffen 1050
Kopfleisten an Holländerwalzen . . . . . 101
Körnen des Papiers mit Walzen . . . . . 1001
Korngrösse von Sand für Filter . . . . . 1713
Korschilgen's Holländer . . . . . 255
— Holländergrundwerk . . . . . 118
Korund-Scheiben zum Schleifen v. Hartwalzen 754
Kraftbedarf von Papierfabriken . . . . . 1740
— der Völterschen Schleiferei . . . . . 1255
— und Ausbeute in der Schleiferei der Varziner Papierfabrik . . . . . 1278
Kraft- und Wasserbedarf für die Völter-Voith'sche Schleiferei . . . . . 1264
Kraftübertragung, Elektrische . . . . . 1738
Kraftverbrauch der Holländer . . . . . 254
Kragen-Papier . . . . . 1665
Kreismesser . . . . . 800
Kreissäge, Schwingende . . . . . 1249
— mit beweglichem Tisch . . . . . 1250
Krepp-Papier . . . . . 1664
Kreuzscheiben-Kupplung . . . . . 965
Kron's Feuchter . . . . . 761
— Holländer . . . . . 281
Kropf des Holländers . . . . . 101
Krügersche Rundsiebmaschine . . . . . 859
Krystallsoda . . . . . 1120
Kugelstoffmühle, Goulds . . . . . 476. 483
Kugelstoffmühlen . . . . . 483
Kühler für Sulfitkocher-Abgas . . . . . 1576
Kühlrohre für Schwefligsäure-Gas . . . . . 1472
Kühlung von Schwefligsäure-Gas durch auf- und absteigende Rohre . . . . . 1476
— nach Dr. Karl Kellner . . . . . 1474
— und Heizung der Kalander . . . . . 974
Kühlwalze u. feuchter Filz z. Papierfeuchten 767
Kühlwalzen von Feuchtern . . . . . 759
Kupferplatten zum Glätten von Papier . . . 919
Kupfervitriol . . . . . 419
Kupplung für Papiermaschinen-Ausrücker . . 840

Lakmuspapier, Prüfung mit . . . . . 245
Lang- und Querschliff, Vorzüge und Nachtheile 1309
Langsamer Gang von Kalandern . . . . . 956
Langsieb-Abpressmaschinen . . . . . 192
— -Formatwagen . . . . . 600
— -Rundsiebmaschine von Stenger . . . 869
Langschleifer von C. Freytag . . . . . 1304
— von H. Schmidt . . . . . 1305
Längsschneider . . . . . 800
— an Rollern . . . . . 783
Latente Wärme . . . . . 1736
Laubholz-Zellstoff, Bau der Zellen . . . . . 1067
— — Mikroskopisches Bild. . . . . 1067
Läufersteine von Kollergängen . . . . . 500
Lauge zur Harzleim-Bereitung . . . . . 311
— aus Pottasche oder Mineral-Alkali (nach Illig) . . . . . 309

Seite

Laugenfilter für Strohzellstoff nach Schwager 1168
Laugen-Probe nach Illig . . . . . 310
Laugenspanner nach Kellner . . . . . 1545
Läutewerk an Pappenmaschinen . . . . . 1370
Lederpappen . . . . . 1685
Legmaschine, Kneeland's für endloses, thierisch geleimtes Papier . . . . . 855
Leim-Auflösung des Harzes nach Sembritzki . 323
Leim, Bereitung von thierischem . . . . . 878
— Brauner . . . . . 314
— Gerb-, Mitscherlichs . . . . . 1423. 1619
— aus Lumpen-Kochlaugen zum Leimen von Papier . . . . . 92
— Vermischen mit Papierstoff . . . . . 355
— Weisser . . . . . 314
— -Art, Ermittlung . . . . . 1764
— -Festigkeits-Ermittlung nach Schluttig und Neumann . . . . . 1764
— -Gut, Reinigung von thierischem . . . 879
— -Kocher und Leimküche . . . . . 325
— -Lösung . . . . . 881
— -Maschine, Amerikanische . . . . . 884
— — mit Cylindertrockner . . . . . 915
— — Deutsche für Rollenpapier . . . . 902
— — Englische . . . . . 895
— -Trog mit Presse . . . . . 882
Leimen mit Ackermann'scher Flüssigkeit . . 363
— ohne Alaun . . . . . 365
— Aeltere Verfahren und Untersuchungen 363
— Anwärmen des Stoffes beim . . . . . 358
— Karmarsch' Angaben . . . . . 365
— in der Masse (Illig) . . . . . 350
— Piettes Angaben . . . . . 371
— Planche's Angaben . . . . . 375
— mit Wachsseife . . . . . 364
— mit Wachs, Stearin, Fett, Paraffin . . 384
— mit Wasserglas . . . . . 386
Leimung, Alaun bei der . . . . . 337. 358
— Dr. Bocks Stoff- . . . . . 332
— D'Arcet's und Merimées . . . . . 364
— mit Chlorbarium . . . . . 346
— Einfluss des Wassers auf die . . . . 358
— Harz- . . . . . 289
— mit Milch, Ammonium-Albumin u. dergl. 380
— Muspratts Erklärung . . . . . 377
— Payens Angaben . . . . . 376
— mit Schwefelsäure . . . . . 346
— mit schwefelsaurer Thonerde, Oriolis Versuche . . . . . 344
— im Stoff, siehe Stoffleimung
— Thierische, von endlosem Papier . 878. 885
— Thierische, Erkennungsmittel . . . . 1764
— Ursachen mangelhafter . . . . . 353
— Verbesserung durch Matrisiren . . . 758
Leimverbrauch auf 100 kg Papier (Stoffleimung) 331
Leimverfahren, Cansons . . . . . 364
— Conradins . . . . . 346
— Vergleich verschiedener . . . . . 916
Leinenfaser . . . . . 233. 1060
— Mikroskopisches Bild . . . . . 1060. 1061
Leinenpapier zu Papierwalzen . . . . . 934
Leitriemen z. Einführen d. Papiers i. d. Kalander 743
Leitwalzen der Filze . . . . . 686
Lespermont's Wascher für Strohzellstoff . . 1138
Létang u. Brissards Rollen-Liniirmaschine . . 1012
Lignosulfit . . . . . 1622
Lineale der Papiermaschine . . . . . 602. 605
Linien-Einpressung mit Liniirdeckeln . . . . 1002
Liniirdeckel-Herstellung . . . . . 1002

Seite

Liniirmaschinen . . . . . 1005
— Deutsche . . . . . 1021
— Hickoks . . . . . 1005
— von E. C. H. Will . . . . . 1021
— Rollen-, Létang & Brissard . . . . . 1013
— m. Selbstanlegern Förste & Tronm 1024. 1028
Lochen von Papierwalzen-Blättern . . . . . 931
Locher für Dachpappe . . . . . 1686
— für Zellstoff nach Thiry und Delstanche 1606
— für feuchten Zellstoff . . . . . 1604
— für trockenen Zellstoff . . . . . 1607
Löcher und Flecke im Papier . . . . 306. 665
Löschen des Kalkes . . . . . 69
Löschpapier . . . . . 1668
Lokalisirte Fasern . . . . . 1647
Lüften d. Fabrikationswassers z. Entfern. v. Eisen 1724
— Papiermaschinensaales . . . . . 844
Lüftung d. Trockenböden f. thierisch geleimtes Papier . . . . . 889
Luftbedarf der Kesselfeuerungen . . . . . 1734
Luftdruck auf das Sieb . . . . . 617
Luft-Erneuerung bei Trocknen von Bogenpapier 895
Luftlöcher im Filzschlauch . . . . . 631
Lufttrocknung nach G. Kaiser . . . . . 735
— von endlosem Papier . . . . . 895
— — — über senkrechtem Brettergerüst 901
— harzgeleimter Papiere . . . . . 731
— von Rollen-Papier nach Bertram & Son 899
Luftverunreinigung durch Natronzellstoff-Fabriken . . . . . 1172. 1177. 1204
— durch Sulfitstoff-Anlagen . . . . . 1620
Luftwalze über dem Nassfilz . . . . . 693
Lumpen, Ansteckung durch . . . . . 26
— Eintragen in die Holländer . . . . . 95
— z. Fabrikation v. Maschinenpapier 22. 1048
— Halbstoff-Ergebniss . . . . . 241
— Kochen in Wasserglas-Lauge . . . . 92
— Selbstentzündung . . . . . 29
— Stoffverluste und Kostenberechnung bei Herstellung von Halbstoff . . . . 237
Lumpen, Waschen im Holländer . . . . . 95
— Vortheilhafteste Klassen-Eintheilung . 25
— Wichtigste Fasern . . . . . 231
Lumpendrescher . . . . . 34
Lumpen-Einkauf . . . . . 22
— -Ersatzstoffe siehe Ersatzstoffe
— -Fasern verglichen mit Zellstofffasern . 1070
— -Halbstoff, Herstellungskosten . . . . 235
— -Kochen in Drehkesseln . . . . . 72
— -Kocher . . . . . 77. 80
— — Debié's . . . . . 85
— — Drehbare cylindrische . . . . . 81
— -Kocher, Kugelförm. m. Schneckengetriebe 90
— — (Sphärische) kugelförmige . . . . 88
— — Stehende . . . . . 63
— — mit Wärmeschutzmantel . . . . 87
— — -Fundamente . . . . . 92
— -Papier, Mikroskopisches Bild . . . . 1071
— -Sortiranstalten, Sterblichkeit . . . . 26
— -Sortiren bei der Handpapierfabrikation 13
— -Schneiden von Hand . . . . . 36
— -Schneider . . . . . 40
— -Schneider, Amerikanischer . . . . . 41
— — mit kreisenden Messern . . . . 40
— — mit längs- und querschneidenden kreisenden Messern . . . . . 50
— -Stäuben, Faserverlust . . . . . 60
— -Stäuber (Wolf) . . . . . 52. 55. 60
— — mit Siebtrommel und Schlagarmen 53

Seite

Magnesia-Bleichflüssigkeit . . . . . 178
Magnesit zu Sulfitlauge . . . . . 1427
Magnesium-Karbonat im Cigarretten-Papier . 1660
Magnet-Rechen z. Entfernung v. Eisen a. Stoff 546
Mahlen d. Lumpen b. d. Handpapierfabrikat. 13
— Fein- . . . . . 249
— von Halbstoff aus Lumpen . . . . . 236
— von Ausschuss . . . . . 495
— und Bleichen von Strohzellstoff . . . 1149
Mahlgang s. Feinmühle
Manchester Paper Co.'s Strohzellstoff-Herstellungsweise . . . . . 1127. 1153
Manchon s. Filzschlauch
— (Filzschlauch)-Aufziehen . . . . 629. 654
Manillahanf, Herkunft und Eigenschaften . . 1635
Manning's Roller . . . . . 785
Mannloch von Mitscherlich-Kochern . . . . 1534
Mannlochdichtung an Lumpenkochern . . . 83
Martens'sche Ausrückvorrichtung am Wendler-schen Festigkeitsprüfer . . . . . 1754
Maschinen- und Handarbeit . . . . . 1741
Maschinenglätte . . . . . 721
Maschinenlaufrichtung, Erkennungsmittel f. die 1763
Maschinenpapier-Fabrikation a. Lumpen 22. 1048
Matrisiren (Feuchten) des Papiers . . . 732. 757
Matrisir-Filz . . . . . 758
Mehrcylindermaschine . . . . . 860
Meinert, Bruno's Klammerkämme . . . . . 1374
Melirtes Papier . . . . . 1657
Mellier's Vorschrift für Stroh-Kocher . . . . 1137
Messen des aufgerollten Papiers . . . . . 798
Messer, Querschneider- . . . . . 819
— Teller- . . . . . 783. 800
Messingdraht zu Metalltüchern . . . . . 597
Messing-Ueberzug von Presswalzen . . . . 675
Metallfärben . . . . . 419
Metalltuch . . . . . 594. 640
— Reinigung . . . . . 651
— -Länge . . . . . 639
Mikroskopisches Bild von Lumpenpapier . . 1071
Mikroskopische Bilder von Papierfasern . . 1069
Mikroskopische Prüfung der Papierfasern . . 1763
Milch-Leimung . . . . . 380
Milchharz-Herstellung . . . . . 330. 378
Mirrles & Ballingall's mehrfache Verdampfer 1184
Mischen des Papierstoffes . . . . . 231
Mischmaschine für Thonerde mit Stärke . . 399
Mischung des Stoffes . . . . . 537
— — in der Zeugbütte . . . . . 522
Mitscherlichs Gerbleim . . . . . 1423. 1619
— Sulfitstoff-Patente . . . . . 1423
— Sulfit-Verfahren . . . . . 1420
— Stampfwerk . . . . . 1579
— -Kocher, Heizrohre für . . . . . 1530
— — von Wagner & Co. . . . . 1533
— -Kochung . . . . . 1541
Monier-Cement-Mauerwerk . . . . . 264
— — -Holländer-Trog . . . . . 284
Moore's Siebführer *wire guide* . . . . . 645
Muth's Ammonium-Albumin-Leimung . . . 388
Mühle zum Zerkleinern von Sulfitstoff-Holz . 1443
*Musa Troglodytarum textoria* . . . . . 1635
Mustern des Papiers mit Walzen . . . . . 1001
Musterwalzwerke von Jos. Eck & Söhne . . 1001

Nachfüllen der Sulfitlaugenthürme . . . . 1483
Nadelholz-Zellstoff, Bau der Zellen . . . . 1066
— — Mikroskopisches Bild . . . 1066. 1068
Nadel-Packpapier . . . . . 1667

Seite

de Naeyer's Wiedergewinnung von Natron . 1194
Nagelfänger . . . . . 103
Naht des Metalltuches . . . . . 596
— des Vordruckwalzen-Ueberzugs . . . 597
Namar'sche, Mc.. Doppel-Rundsiebmaschine . 864
Nassfilze . . . . . 685
— zum Abheben d. Papierbahn v. Langsieb 667
Nasspressen-Antrieb . . . . . 678
Natron, siehe auch Soda, Sulfat und Aetznatron
— -Verbrauch bei der Harzleimung . . . 319
— Wiedergewinnung . . . . . 1177. 1410
— — Abdampf-Ofen für . . . . . 1411
— Wiedergewonnenes, Verwendung von . 1201
— — Schacht's Analysen . . . . . 1202
— Schwefelsaures, z. Strohstoffbereit. 1169. 1171
— -Zellstoff aus Buchenholz . . . . . 1414
— — durch Tränkverfahren gewonnen . 1399
— — Geschichte . . . . . 1391
— — in Löschpapier . . . . . 1669
— — aus Pappelholz . . . . . 1409
— — nach altem amerik. Verfahren gew. 1391
— — -Fabrik, Neuere amerikanische . . 1403
— — — v. Jessup & Moore i. Wilmington 1409
— — -Kocher von Sinclair . . . . . 1395
— — — nach Ungerer . . . . . 1397
Neutrale Stoffe z. Füllen d. Sulfitlaugenthürme 1986
Nodari's Leimtrog . . . . . 882
Norddeutsche Lumpen-Marken . . . . . 25
Normalformate des Vereins Deutscher Papierfabrikanten . . . . . 1765
Normalpapiere, Preussische . . . . . 1751

Oberfilz . . . . . 667
— bei Cigarrettenpapiermaschinen . 1660. 1663
Oberflächenleimung von endlosem Papier . . 895
— siehe thierische Leimung
Oberlicht im Dach des Papiermaschinensaales 846
Ochsenkopf-Wasserzeichen . . . . . 6
Oel zur Schaum-Beseitigung . . . . . 663
Oestens Enteisenungs-Verfahren für Fabrikationswasser . . . . . 1724
Ofen, s. Soda-Ofen, Schwefel-Ofen usw.
Oldham'sche Kupplung . . . . . 965
Oriolis Zellstoff-Verfahren . . . . . 1631
Osmose-Papier . . . . . 1694

Packpapier . . . . . 1666
— Gefärbtes Stroh- . . . . . 462
Papier, Altes, siehe Altes Papier
— Doppel- . . . . . 1654
— Einseitig glattes . . . . . 1660
— aus Holzschliff allein . . . . . 1348
— Melirtes . . . . . 1657
— mit lokalisirten Fasern . . . . . 1647
— Seiden- . . . . . 1657
— -Analysen . . . . . 239
Papierblatt, Bildung des . . . . . 234
— Natur des . . . . . 234
Papier-Dicke . . . . . 1761
— -Ergebniss der Lumpen . . . . . 240
— -Erzeugung Deutschlands . . . . . 1767
— — der Erde . . . . . 1769
Papierfabrik, Wahl des Bauplatzes . . . . 1740
— -Einrichtung . . . . . 1792
Papierfasern, Aschengehalt der reinen . . . 397
Papierführung bei Rollkalandern . . . . . 954
Papiergeld . . . . . 1646
Papier-Körnung mit Walzen . . . . . 1001
— -Kragen . . . . . 1665

Seite

Papiermachen, von Hand . . . . . 14
Papiermacher-Werkstatt, Bild ein. alt. deutschen 7
Papiermaschine, Breite . . . . . 842
— Erste in Preussen . . . . . 534
— Raschlaufende . . . . . 842
— Louis Robert, Erfinder der . . . . . 530
— Rundsieb- . . . . . 853
— Seiden- . . . . . 1658
— Siebtisch- . . . . . 530
Papiermaschinen-Antrieb, Amerikanischer 824. 828
— -Fundamente . . . . . 842
— -Saal . . . . . 844
Papiermaulbeerbaum . . . . . 2
Papiermühle Ulman Stromers . . . . . 6
Papier-Musterung mit Walzen . . . . . 1001
Papierspähne, Verarbeitung zu Stoff . . . . 1081
Papier-Prägung mit Walzen . . . . . 1001
Papierpreise in alter Zeit . . . . . 1
Papier-Prüfung . . . . . 1747
— — -Abtheilung d. Kgl. mechan. techn. Versuchs-Anstalt zu Charlottenburg 1751
Papierrollen-Wagen . . . . . 979
Papiersortirung . . . . . 1044
Papierstoff siehe Stoff
Papiertrocknung, . . . . . 916
Papierwaage . . . . . 395
Papierwalzen von Glättwerken . . . . . 924
— -Anfertigung . . . . . 929
— -Herstellung nach Haubold . . . . . 930
— — mittels Schraubendruck . . . . . 930
Pappe, Asbest- . . . . . 1688
— Bau- . . . . . 1687
Pappen . . . . . 1674
— Bogen-, Trocknen auf Cylindern . . . 1381
— Kanaltrockner für . . . . . 1380
— Sommertrockenhaus . . . . . 1377
— Wintertrockenhaus nach Meinert . . . 1379
— -Aufhängung mit Holzklammern . . . 1374
— -Entwässerung durch Walzenpresse . . 1372
— -Maschine, Endlose . . . . . 1383
— — Hodges'sche . . . . . 859
— — Läutewerk an . . . . . 1370
— -Trockenhäuser, Jalousien-Verstellung . 1377
Pappentrocknung, Aufhängen d. Bogen zwischen Holzleisten . . . . . 1373
— in Bogen . . . . . 1373
Papphülse, Innere, von Papierrollen . . . . 794
Papyrus . . . . . 1
Paraffin-Leimung . . . . . 384
Paragummi für Deckelriemen . . . . . 602
Pariser Streifen-Schneidmaschine . . . . 1038
Paschke & Kästner's Vacuumfilter . . . . 1125
Paternosterwerk zur Wasserförderung . . . 1729
*Pearl hardening* . . . . . 402
Pergamentersatz-Papier . . . . . 1628
Pergamentir-Maschine . . . . . 1698
Pergamentpapier . . . . . 1689
Pergamyn . . . . . 1628
Pfeifenerde . . . . . 397
Pflanzliche Leimung, siehe Stoffleimung
Pfuhl's Knitterer . . . . . 1757
Phosphorbronze zu Metalltüchern . . . . . 597
Pictet und Brélaz' Sulfitverfahren . . . . 1426
Piettes Vorrichtung zum Färben von fertigem Papier . . . . . 1651
Planche über Leimen . . . . . 375
— G, Kiesfilter . . . . . 1709
Plankuotenfänge mit selbsthätiger Reinigung der Rückstände . . . . . 562

Seite

Plankuotenfänge m. besond. Saugeinrichtungen 577
— mit Saugung . . . . . 562
— mit Schüttelbewegung . . . . . 550
Planetenräder für Rührwerke . . . . . 512
Platten, Gelochte, für Saugkasten . . . . . 621
— -Stoffmühle . . . . . 483
— — Kingslands . . . . . 467
Poole's Schleifmaschine für Hartgusswalzen . 752
Porion's Wiedergewinnung des Natrons . . . 1174
Porzellan-Auskleidung der Holländer-Tröge . 102
— -Erde . . . . . 398
Prägen von Löschpapier . . . . . 1671
— des Papiers mit Walzen . . . . . 1001
— siehe Stempelpresse
Prägepresse, Amerikanische . . . . . 1043
Presse, Amerikanische Stempel- . . . . . 1043
— Erste, der Papiermaschine . . . . . 629
— Erste, der Langsiebmaschine . . . . 671
— Zweite, der Langsiebmaschine . . . . 674
— Dritte, der Langsiebmaschine . . . . 674
Pressen, Fang- . . . . . 1042
— Hydraulische . . . . . 1039
Pressluft zur Führung des Papiers durch den Kalander . . . . . 745
Pressplatten von Schleifern . . . . . 1276
Pressspäne . . . . . 1682
Presswalze, Obere, aus Holz . . . . . 697
— Obere, mit zwei Schabern . . . . . 697
— Obere, mit endlosem Kautschuk-Tuch . 699
Presswalzen mit langen Hebeln . . . . . 677
Preussen, Erste Papiermaschine . . . . . 534
— Amtliche Papierprüfung . . . . . 1750
Propeller (Lüfter) . . . . . 851
Prüfung auf Chlor und Säuren . . . . . 244
— der Harz-Seife . . . . . 322
— der Sulfitlauge mit Ammoniak . . . . 1539
— — nach Dr. Frank . . . . . 1516
Pumpe, Flügel- . . . . . 538
— Siebwasser- . . . . . 537
— Stoff- . . . . . 526
Pumpen für Fabrikationswasser . . . . . 1728
— Kolben- . . . . . 541
— für Sulfitlauge . . . . . 1569
— und Bütten für Papierstoff . . . 511. 529
Pusey & Jones' Schleifmaschine für Hartgusswalzen . . . . . 755
Pyrit, siehe Schwefelkies
Pyroxilin (Schiessbaumwolle) . . . . . 1057

Quadratmeter-Gewicht . . . . . 1766
Querschneider . . . . . 808
— Englischer . . . . . 990
— mit ununterbrochener Speisung . . . 809
— mit der Papiermaschine verbundener . 808
— für Strohpappen-Maschinen . . . . . 1105
— nach Verny . . . . . 979. 984
— für Wasserzeichen-Papier . . . . 821. 917
Quetschen von Ausschuss . . . . . 495
Quirl zum Auflösen von altem Papier . . . 1081

Raffineur siehe Feinmühle
Ränder, Rauhe, von Bogenpapier . . . . . 877
— Scharfe, der Papierbahn auf d. Langsieb 653
Rascher Gang von Kalandern . . . . . 956
Raschlaufende Papiermaschine . . . . . 842
Rauchverhütung . . . . . 1735
Rechen zur Entfernung der Fäden aus dem Stoff . . . . . 1080
Registerwalzen . . . . . 640

Seite

Regler für Dampfmaschinen . . . . . 835
— für Papierstoff . . . . . 526
— Filz- . . . . . 686
— -Walze des Metalltuches . . . . . 599
Reglung des Dampfzulasses in den Trockner 709
— d. Papiermaschinen-Geschwindigkeit 828. 830
— der Stoff-Dichte . . . . . 523
— des Wassergehalts des Stoffes . . . . 525
— des Pressendrucks von Schleifern . . 1291
Reibung beim Glätten zwischen Metallplatten 922
Reibungs-Glättwerke . . . . . 969. 973
— -Kegelriemscheiben . . . . . 838
— -Kupplung für Nasspressen-Antrieb . . 679
— -Riemscheibe für Rollkalander . . . . 949
— -Scheiben für Haspel . . . . . 769
— -Scheiben für feststehende Roller . . . 781
— -Scheiben für Rollenwickler . . . . . 778
Reinigen, Befördern und Sortiren von Stroh . 1113
— des Metalltuches . . . . . 651
— des Stoffes . . . . . 542
— der Vordruckwalze . . . . . 628
Reiniger für Knotenfänge . . . . . 565
Reinigung der Abwasser . . . . . 1729
— der Abwasser von Papiermaschinen . . 651
— der Harzseife . . . . . 328
— von Sulfit-Ablauge . . . . . 1623
Reisertsche Filter . . . . . 1719
Reissdruck nach Pfuhl's Knitterer . . . . . 1759
Reisslänge . . . . . 1752
Riemen, Gekreuzte . . . . . 828
— -Gabel für Kegelriemscheiben . . . . 829
Riemscheiben . . . . . 1737
— -Durchmesser . . . . . 1737
— Expansions- . . . . . 832
Riese mit verschiedener Bogenzahl . . . . 1765
Riesel- Einspritzthürme z. Wiedergewinnung des Natrons . . . . . 1186
— -Felder zur Reinigung v. Sulfit-Ablauge 1627
Rinde, Verwerthung zu Gerbstoff . . . . . 1252
Rindenschälmaschine von Bell & Co. . . . . 1248
— — der Sundwiger Eisenhütte. . . . 1247
— — Patent Schmaltz . . . . . 1246
Rippenheizrohre zur Beförderung des Dampf-Abzuges aus dem Papiermaschinensaal . 850
Ritter-Kellner-Kocher . . . . . 1543
— — -Kochung . . . . . 1545
Robert, Louis, Erfinder der Papiermaschine . 530
Roggenstroh, Mikroskopisches Bild . . . . 1068
Rohrhülsen, Eiserne, für Rollenwickler . . . 790
Rohr-Stutzen an Sulfitkochern . . . . . 1565
— -Vordruckwalzen . . . . . 627
Rohsoda, Zusammensetzung von . . . . . 1119
Rohsortirung des alten Papiers. . . . . 1072
Rohstoff-Verbrauch von Sulfitstoff-Fabriken . 1617
Rohstoffe für Papier, Alte und neue . . . . 8
Rolle z. Abheben d. Papierbahn vom Langsieb 666
Rollen mit innerer Papphülse . . . . . 794
— -Verpackung . . . . . 1045
— -Liniirmaschine v. Létang u. Brissard 1013
— — — Wills . . . . . 1021
Roller von C. Th. Bischof . . . . . 991
— mit Differential-Getriebe . . . . . 785
— von Jos. Eck & Söhne . . . . . 1000
— von Escher Wyss & Cie. . . . . 997
— Feststehende . . . . . 780
— von A.-Ges. Ferd. Flinsch . . . . . 996
— Flinsch'scher f. thierisch geleimtes Papier 911
— mit Längsschneider . . . . . 783
Rollhaspel von Glättwerken . . . . . 952

Seite

Rollkalander, Amerikanische . . . . . 945
— Deutsche . . . . . 951
Rollmaschinen . . . . . 778
Rollstange . . . . . 781
— mit Gleitstiften . . . . . 797
— mit Gummiringen . . . . . 795
— nach Heerbrandt's Patent . . . . . 796
— für Holzhülsen . . . . . 789
— Patentirte . . . . . 795
— mit 3 Segmenten . . . . . 795
Rollstangen-Bremse von Glättwerken . . . . 946
Rollstuhl zum Wickeln von Papierrollen 780. 782
Rollwagen für Lasten-Beförderung in der Fabrik 1739
Rollwellen mit Feder (Gleitstange) . . . . 791
— aus ineinander greifenden Hälften . . 793
— aus zwei keilförmigen Hälften . . . . 792
Römer's Strohzellstoff-Verfahren . . . . . 1160
Rosafarben . . . . . 435
Rostfarben . . . . . 421
Rostflecken im fertigen Papier . . . . . 546
Rostosky's Schutzvorrichtung an Trocknern . 741
Rothe Farben . . . . . 435
— Farbstoffe, Erkennungsmittel für . . . 441
Routledge's Soda-Wiedergewinnung . . . . 1219
Rühren des Stoffs mit eingepresster Luft . . 259
Rührscheite . . . . . 258
Rührwerke und Stoffpumpen . . . . . 511. 529
— mit Planetenrädern . . . . . 512
— mit waagerechter Welle . . . . . 514
Rührwellen i. Siebcylind. v. Rundsiebmaschinen 858
Rundbürste zum Feuchten . . . . . 763
Rundsieb, siehe Cylindersieb
Rundsiebmaschine für Bogenpapier mit rauhen Rändern . . . . . 877
— mit mehreren Siebcylindern . . . . . 860
Rundsieb-Papiermaschine . . . . . 853
Russische Lumpen-Marken . . . . . 25

Säge, Kreis-, für Papierholz . . . . . 1249
Sägemaschine, Amerikanische f. Sulfitstoff-Holz 1429
Salmiak zur Verhütung von Kesselstein . . 1735
Salomon- Brünggersche Sulfitkocher. . . . . 1538
Salzsäure als Zusatz zur Bleichflüssigkeit . . 169
Sandausquetscher (Glättwerke) . . . . . 751
Sandfang im Holländer . . . . 103. 542. 546
— in amerik. Holländer . . . . . 141
— für Sulfitstoff . . . . . 1581
— -Rinnen für Sulfitstoff . . . . . 1584
Sandfilter . . . . . 1707
Satiniren, siehe Glätten
Satinirmaschinen . . . . . 919
Sauger, Dichtung verstellbarer Zwischenwände 620
— mit Glockenpumpen . . . . . 617
— der Langsiebmaschine . . . . . 617
— mit Pumpen . . . . . 618
— (Ventilator) zur Lüftung des Papiermaschinensaales . . . . . 851
Saugfähigkeit von Löschpapier . . . . . 1673
— von Wasserpumpen . . . . . 1729
Saugkasten der Papiermaschinen, siehe Sauger
— Amerikanischer . . . . . 618
— zum Entwässern der Pressfilze . 690. 694
— Offene . . . . . 621
— Herausheben beim Sieb-Wechseln . . 624
— mit Querleisten . . . . . 622
— -Gestelle . . . . . 622
Saug-Knotenfang . . . . . 559
Saugrohr zur Entwässerung der Papierbahn . 617
Saugung durch Fallröhren . . . . . 617

Seite

Saugwalze der deutsch. Leimmaschine (Flinsch) 906
Säure, Freie, in Sulfitlauge . . . . . 1514
Säuren, Starke, zur Zellstoffgewinnung . . . 1631
— Prüfung . . . . . 244
Säure-Mischer f. Pergamentpapier-Herstellung 1693
Sauerbleiche . . . . . 202
Sauerstoff als Bleichmittel . . . . . 211
Seide, Künstliche aus Zellstoff . . . . . 1706
Seidenfasern . . . . . 233
Seidenpapier . . . . . 1657
— -Maschine . . . . . 1658
Selbstanleger für Liniirmaschinen . . 1024. 1028
— — von Förste & Tromm . . . . . 1026
— — von E. C. H. Will . . . . . 1026
Selbstentzündung der Lumpen . . . . . 29
Selbstregler für Dampf-Einlass i. d. Trockner 709
*Selfactor* . . . . . 250
Sembritzki's Leimverfahren . . . . . 301. 331
— Schöpfpapiermaschine . . . . . 872
— Harz-Auflöse-Verfahren . . . . . 323
*Seneca screen* (Knotenfang) . . . . . 579
Senkrechte Sulfitkocher mit geschlossenen Bleischlangen . . . . . 1548
— — — halbrunder Haube . . . . . 1549
— — — geschlossenen Heizschlangen von Adolphe Suelzer . . . . . 1550
Shank'sche Auslaugekasten . . . . . 1143
Sicherheitspapier . . . . . 1648
Sicherheitsventil für Sulfitkocher . . . . . 1568
Sieb (Metalltuch) . . . . . 594
Siebe, Längsmaschige, f. Sulfitstoffholz-Stäuber 1448
Sieb-Aufziehen . . . . . 653
Siebböden, Obere, für stehende Sulfitkocher . 1567
Siebcylinder . . . . . 856
Siebführer . . . . . 239. 645
Sieblänge . . . . . 639
Siebleder . . . . . 593
Siebnaht . . . . . 596
Siebnummer . . . . . 594
Siebschürze (Tellerleder) . . . . . 593
Siebtisch . . . . . 598
Siebtrommel zum Reinigen von Zellstoff, von Engelmaier . . . . . 1589
— als Zeugfänger . . . . . 649
— -Ständer . . . . . 52
Siebwasser-Kasten . . . . . 643
— -Pumpe . . . . . 537. 643
Siliciumbronce zu Metalltüchern . . . . . 597
Sinclairs Natronzellstoff-Verfahren . . . . . 1394
Soda, siehe Natron
*Soda ash* . . . . . 1120
Soda-Erzeugung nach Leblanc's Verfahren . . 1117
— Kalzinirte . . . . . 1120
— Kaustische . . . . . 1119
— zum Kochen der Lumpen . . . . . 66
— Natürliche . . . . . 1117
— Sekunda . . . . . 1120
— Untersuchung . . . . . 1121
— Verunreinigungen . . . . . 1120
— Krystall- . . . . . 1120
Sodalösung zum Kochen von altem Papier . 1078
Sodarückstände . . . . . 1120
Sodasalz, Raffinirtes . . . . . 1120
Soda-Verbrauch bei der Harzleimung . . . 319
— -Wiedergewinnung, Auslaugkasten für . 1407
— — nach Sinclair . . . . . 1395
Sorghum-Zuckerrohr . . . . . 1641
Sortiren von Esparto-Gras . . . . . 1211
— der Lumpen von Hand . . . . . 36

Seite

Sotiren d. Lumpen b. d. Handpapierfabrikation 13
— des alten Papiers . . . . . 1073
— von Sulfitstoffholz . . . . . 1443
Sortirer d. Schleiferei d. Varziner Papierfabrik 1280
— der Völter-Voith'schen Schleiferei . . 1264
— für Holzschliff von Th. Bell in Kriens . 1287
— Schaukel- von Plattner . . . . . 1329
— Wahl der . . . . . 1329
— Schlender- . . . . . 1334
Sortirung des Papiers . . . . . 1044
Spaltmaschine . . . . . 1250
Spannbrett der deutschen Leimmaschine . . 903
Spannwalzen der Filze . . . . . 686
— des Metalltuches . . . . . 644
Spannwalzen der Papiermaschine . . . . . 640
— mit Schabern . . . . . 644
Spanschleifer von Wolfgang Kapp . . . . 1284
Speisewalze von Querschneidern . . . . . 817
Sperrstift an Querschneidern . . . . 813. 816
Spiralrippung . . . . . 627
Splitterfang für Sulfitstoff . . . . . 1584
— mit Ringsegment-Schlitzen für Sulfitstoff 1586
— und Sortirer der Schleiferei der Varziner Papierfabrik . . . . . 1280
Spritzröhren für den Deckelriemen . . . . 601
— des Langsiebes . . . . . 643
Spritzrohr zum Abnehmen der Papierbahn vom Langsieb . . . . . 667
Suelzer, Adolphe's Sulfitkocher-Batterie . . . 1549
Sulfatverfahren . . . . . 1410
— zur Strohstoffbereitung . . . . . 1169
Sulfatstofffabriken, Gerüche . . 1172. 1177. 1204
Sulfinsäuren im Sulfitverfahren . . . . . 1427
Sulfit-Ablauge-Beseitigung . . . . . 1628
— — Einfluss auf Fische . . . . . 1625
— — Prüfung nach Dr. Frank . . . . 1517
— — Prüfung nach Mitscherlich . . . 1518
— — Unschädlichmachen a. Rieselfeldern 1627
— — -Verwerthung nach Mitscherlich . 1619
Sulfitkocher, Innere Auskleidung . . . . . 1552
— mit direktem oder indirektem Dampf 1548
— Drehbare . . . . . 1559
— Füllung . . . . . 1615
— mit äusserem Oelbad nach Dr. Kellner 1563
— nach Mitscherlich . . . . . 1521
— Senkrechter von Wagner & Co. . . . 1547
— Stehende, mit Salomon-Brünggerscher Schutzkruste . . . . . 1561
— -Auskleidung von G. Baerwaldt . . . 1556
— — Kellner und Partington . . . . 1556
— — m. Wasserglas usw. v. Dr. Kellner 1555
— — m. Cement u. Wasserglas v. W. Wenzel 1555
— -Ausrüstung . . . . . 1524
— -Batterie von Adolphe Suelzer . . . . 1549
Sulfitlauge aus Magnesia . . . . . 1509
— aus Natron . . . . . 1510
— Untersuchung nach Dr. A. Frank . . 1514
Sulfitlaugen-Behälter . . . . . 1511
— -Bottiche für Kalkmilch . . . . . 1499
— — für Kalkstein nach Dr. K. Kellner. 1494
— — — — Emil Némethy . . . . . 1497
— -Erwärmung durch heisses Abgas . . 1576
— -Pumpen . . . . . 1569
— -Thürme nach Dr. K. Kellner . . . . 1491
— — Reinigung . . . . . 1486
— -Thurm aus Fässern . . . . . 1479
— — Gerüst . . . . . 1483
— — Runder . . . . . 1481
— — Viereckiger . . . . . 1481

Seite

Sulfitlaugen-Thurm mit Zwischenrosten . 1480. 1488
— — -Anlage von L. Engelmaier . . . 1487
Sulfitverfahren Bedeutung . . . . . 1631
— C. D. Ekman's . . . . . 1420
— von Pictet and Brélaz . . . . . 1426
Sulfitstoff, Harz im . . . . . 1592
— -Anlage, Amerikanische . . . . . 1613
— — der Akt. Ges. Feldmühle . . . . 1609
— — v. de Naeyer & Cie. in Willebroeck 1612
— -Aufbereitung nach M. Behrend . . . 1580
— — Wagner & Co. . . . . 1583
— -Bleiche . . . . . 1592
— -Ergebniss . . . . . 1616
— -Patente Mitscherlich's . . . . . 1423
Sulfitstoffholz, Sortiren von zerkleinertem . . 1443
— -Scheiben, Zerkleinerung durch Mühlen 1443
— -Späne, Sortiren von Hand . . . . . 1444
— -Putzerei nach Goetjes & Schulze . . 1445
Sulfitzellstoff, Geschichte . . . . . 1418
Sulfonsäuren im Sulfitverfahren . . . . . 1426
*Super calenders* . . . . . 945

Schaber der Nasspressen . . . . . 681
— der oberen Gautschpresse . . . . . 633
— d. Presswalzen endloser Pappen-Maschin. 1386
Schäffer, Dr. Jacob Christian, erste Versuche mit Ersatzstoffen . . . . . 1049
Schalenguss für Hartwalzen. . . . . 750
Schärfhammer in der Schleiferei der Varziner Papierfabrik . . . . . 1278
Schärfhämmer und Rollen . . . . . 1323
Schärfmaschine für lange Schneidemesser . 983
Schärfrollen . . . . . 1286
Schärfung der Steine von Feinmühlen . . . 1266
Schaukelsortirer . . . . . 1329
Schaum . . . . . 541
— auf dem Langsieb . . . . . 659
— -Beseitigung durch Spritzwasser . . . 662
Schaumbildung . . . . . 521
Schaumlatten . . . . . 605
— des Langsiebes . . . . . 062
Scheerenschnitt bei Längsschneidern . . 803. 805
Schiessbaumwolle (Pyroxilin) . . . . . 1057
Schilfrohr . . . . . 1639
Schlangenrohre in Mitscherlich-Kochern . . 1530
Schleifen der Hartgusswalzen . . . . . 751
— von Papierwalzen . . . . . 933
Schleifer der Maschinenbau-Anstalt Golzern 1295
— Fünfpressige . . . . . 1273
— — von Völter . . . . . 1253
— Waagerechte mit Federdruck d. Pressen 1291
— — mit senkrechter Welle . . . . . 1285
— Wahl der . . . . . 1325
— mit Wasserdruck, der Maschienenbau-Anstalt Golzern . . . . . 1293
— Zweipressige . . . . . 1278
Schleiferei, Amerikanische . . . . . 1300
— — ausgeführt v. d. Pusey & Jones Co. 1297
— der Varziner Papierfabrik . . . . . 1274
— Völter'sche . . . . . 1253
— Völter-Voith'sche . . . . . 1258
— -Anlage nach Th. Bell's älterem System 1288
Schleifereien, Kraft- und Holzbedarf . . . . 1341
Schleifholz-Aufzug . . . . . 1273
— Auswahl von . . . . . 1242
— -Beförderung mittels Stomb's Einrichtuug 1244
— -Verlust durch Putzen . . . . . 1243
— Waldbestand im Deutschen Reich . . 1241
Schleifmaschine für Hartgusswalzen . . . . 752

Seite

Schleifmaschine für lange Schneidemesser . . 983
Schleifscheiben . . . . . 754
Schleifstein-Befestigung in der Schleiferei der Varziner Papierfabrik . . . . . 1277
— Dreipressiger . . . . . 1298
— Senkrechter mit waagerechter Welle . 1298
— mit Wasserdruck zum Belasten und Federdruck zum Entlasten der Pressen 1299
— mit Wassserdruck, Horton's Patent . . 1298
— Senkrechter mit Wasserdruck . . . . 1298
Schleifsteine, Art, Aufbewahrung und Umlauf 1313
— Befestigung . . . . . 1315
— — in Amerika . . . . . 1316
— — nach europäischer Art . . . . . 1317
— Küustliche . . . . . 1314
Schleif-Versuche Rostoskys mit verschiedenen Holzarten . . . . . 1238
Schleppkurbel-Lagerung der Kollergang-Läufer 502
Schleudermühle für Sulfitstoffholz-Putzerei . . 1446
Schleuder-Sortirer für Holzschliff . . . . . 1334
Schleusen des Langsiebes . . . . . 602
Schluttig und Neumann's Verfahren zur Ermittelung der Leimfestigkeit . . . . 1764
Schmiervorrichtung von Rollkalandern . . . 963
Schmirgelscheiben zum Schleifen von Hartguss-Walzen . . . . . 757
Schneiden der Lumpen von Hand . . . . . 36
— des Papiers . . . . . 979
— des Papiers auf der Maschine . . . 800
— von Stroh . . . . . 1113
Schneidedraht d. Schöpfpapiermaschinen-Form 875
Schneidemaschine für Sulfitstoff-Holz, mit auf- und niedergehendem Messer . . . . . 1432
Schneider f. Lumpen m. auf- und niedergehenden Messern (Guillotine-Schneider) . . 44
— für Tauen . . . . . 52
Schneidemaschinen, Papier- . . . 984. 1028. 1039
— Aeltere amerikanische . . . . . 1038
— Dreiseitige . . . . . 1033
— Englische . . . . . 990
— Karl Krauses einfache . . . . . 1028
— Pariser Streifen- . . . . . 1038
— für Streifen . . . . . 1036
— *Undercut* . . . . . 1028
— Vierseitige . . . . . 1035
— s. Quer- oder Längsschneider
Schneider für Lumpen mit längs- und quer-schneidenden kreisenden Messern . . . 50
Schnell-Liniirmaschine von Hickok . . . . 1005
Schnürzange zur Papierballen-Verpackung . . 1046
Schöpfen des Papierstoffs . . . . . 14
Schöpfform der Bogenpapiermaschine . . . 872
Schöpfgefäss zur Kondenswasser-Abfuhr aus Trockencylindern . . . . . 705
Schöpfpapier-Maschine . . . . . 872
Schöpfrad . . . . . 537
Schoppers Dicke-Messer . . . . . 1762
— Festigkeitsprüfer . . . . . 1755
— Knitterer . . . . . 1760
Schornstein, siehe Kamin
— -Höhe . . . . . 1734
Schrägschnitt-Querschneider nach Verny . . 984
Schrauben-Holländer . . . . . 281
Schraubenpressen . . . . . 1041
Schreibpapier aus Jute . . . . . 1637
Schürze des Langsiebes . . . . . 604
Schussdraht des Metalltuchs . . . . . 595
Schüttelbewegung des Siebes . . . . . 612
Schüttelbock nach H. Füllner . . . . . 615

Seite

Schüttelbock nach R. Kron in Golzern . . . 612
— des Siebgestells . . . . . 612
— -Antrieb mit Stufenscheiben . . . . 614
Schüttelpfosten des Siebschüttlers . . . . . 599
Schüttelsieb zum Reinigen von zerkleinertem Sulfitstoffholz . . . . . 1444
Schüttelsortirer für Holzschliff . . . . . 1264
Schüttelstange des Siebgestells . . . . . 612
Schüttelstangen . . . . . 645
Schüttelvorrichtung des Langsieb-Gestells . . 599
Schüttlungen, Zahl . . . . . 616
Schutzbrett oder Schaber der Gautschwalze . 633
Schutzkruste, Sulfitkocher m. sich selbstbildend. 1558
Schutzvorrichtungen an Kalandern . . . . 743
— an Rollkalandern . . . . . 954
— an Trocknern . . . . . 739
Schutzwälzchen an Glättmaschinen . . . . 922
Schwager's Laugenfilter für Strohzellstoff . . 1168
— mehrfacher Verdampfer mit Rieselung 1190
Schwarz-Färben . . . . . 459
Schwefel, Eigenschaften . . . . . 1450
— Gewinnung und Vorkommen . . . . 1449
Schwefelkies, Eigenschaften . . . . . 1450
— Meggener . . . . . 1451
— Prüfung . . . . . 1452
— Spanischer . . . . . 1452
— Vergleich mit Schwefel . . . . . 1453
— -Ofen . . . . . 1462
— — für Feinkiese . . . . . 1471
— — von L. Engelmaier . . . . . 1467
— — — W. A. Müller . . . . . 1464
— — -Betrieb . . . . . 1469
Schwefelnatrium, zur Strohzellstoffbereitung 1169
Schwefel-Ofen von H. Füllner . . . . . 1461
— — von Dr. A. Frank . . . . . 1459
— — von Dr. Karl Kellner . . . . . 1457
— — von Suckow . . . . . 1457
— — von G. Toelle . . . . . 1454
Schwefelsäure, Gehaltstabelle nach dem spec. Gewicht . . . . . 171
— bei der Harzleimung . . . . . 343
— für Pergamentpapier-Fabrikation . . . 1690
— -Leimung . . . . . 346
— -Zusatz zur Bleichflüssigkeit . . . 70. 168
Schwefelsaure Thonerde, siehe Alaun.
— — bei der Harzleimung . . . . 343 358
— — Orioli's Leim-Versuche . . . . . 344
Schwefelverbrauch beim Thurmbetrieb . . . . 1494
Schweflige Säure . . . . . 1426. 1449
— — Flüssige . . . . . 1513
— — Freie . . . . . 1516
— -Gewinnung aus Ablauge . . . . . 1597
Schwefligsäure-Gas . . . . . 1448
— — -Kühler von Dr. A. Frank . . . 1477
— — Kühlung von . . . . . 1472
— — — nach Dr. Karl Kellner . . . 1474
— — Prüfung nach Reich . . . . . 1519
— — -Reiniger von Dr. A. Frank . . . 1478
— — -Reinigung . . . . . 1472
Schwefligsaurer Kalk . . . . . 1425
Schweiz, Anfänge der Papiermacherei . . . 6
Schwerspath . . . . . 403

Stabaufleger der deutschen Leimmaschine . 903
Stammholz-Bildung . . . . . 1054
Stampfen von Ausschuss . . . . . 495
Stampfwerk für Ausschuss und Papierabfälle 496
— — Handpapier . . . . . 7. 8. 14
— — Sulfitstoff . . . . . 1579

Seite

Stangentrommel des Siebcylinders . . . . . 856
Stärke . . . . . 333. 406
— Auflösen . . . . . 407
— Nachweis im Leim . . . . . 1764
— -Zusatz zum Harzleim . . . . . 333
Statistik . . . . . 1766
Stäuben der Lumpen (Dreschen) . . . . . 30
— des alten Papiers . . . . . 1073
Stäuber für Lumpen . . . . . 52
— — Sulfitstoffholz . . . . . 1446
— — — mit längsmaschigen Sieben . . 1448
Staubkies s. Feinkies
Steine für Feinmühlen . . . . . 1315
Stein-Aufzug für Sulfitlaugen-Thürme . . . 1483
Steinbefestigung bei der Völter-Voith'schen Schleiferei . . . . . 1261
Steinschärfung während des Ganges . . . . 1286
— — — Bell'sches System . . . . . 1293
Steinschärfung d. Schleiferei d. Varziner Papierfabrik . . . . . 1282
— Mechanische nach amerikanischer Art . 1320
— — für waagerechte Steine . . . . . 1319
Stellringe für Rollenhülsen . . . . . 790
Stempelpresse, Amerikanische . . . . . 1043
Stenger's Langsieb- Rundsieb-Maschine . . . 869
Stevens Verfahren zur Verarbeitung von altem Papier . . . . . 1085
Stöcke d. Flinsch'schen Trockners f. thierisch geleimtes Papier . . . . . 908
Stoff, Reglung des Wassergehaltes . . . . . 525
Stoffbütte, Mischung darin . . . . . 522
Stoffbütten und Stoffpumpen . . . . . 511
— mit waagerechter Welle . . . . . 514
Stoff-Dichte, Regelung . . . . . 523
Stoffergebniss verschiedener Hölzer bei dem Natron- und Sulfatverfahren . . . . . 1415
Stoffang, Füllner'scher . . . . . 1730
Stoffleimung . . . . . 287
Stoffleitung . . . . . 184
— von Bruno Meinert . . . . . 184
— aus Thonröhren . . . . . 187
Stoffmischung . . . . . 537
Stoffmühle, Cylindrische . . . . . 481
— Jordan & Eustices Kegel- . . . . . 472
— Gould's Kugel- . . . . . 476. 483
— Kingsland's Platten- . . . . . 467
Stoffmühlen, siehe Holländer
— für Ganzzeug . . . . . 467
— mit Kreislauf . . . . . 484
— Schrauben-Holländer . . . . . 281
Stoffpressen, (Zeugpressen) . . . . . 195
Stoffpumpe . . . . . 526
Stoffpumpen und Stoffbütten . . . . . 511
Stoffquetscher (Triturateur) . . . . . 1082
Stoffregler . . . . . 5. 26. 523
Stoff-Reinigung . . . . . 542
Stoffreisser für trockenen Holzschliff . . . . 1347
Stoff-Schöpfrad . . . . . 537
Stoffumlauf im Holländer . . . . . 96
Stofftreiber . . . . . 257
Stoff-Verdünnung und -Vertheilung . . . . 535
Stoffverluste beim Halbstoff-Mahlen . . . . 237
Stoff-Vertheilungskasten . . . . . 535
Streckwalzen der Filze . . . . . 686
Streifen-Schneidmaschinen . . . . . 1036
Stroh . . . . . 1090
— Ausblasen der Kochlauge . . . . . 1135
— Dampfspannung beim Kochen . . . . 1136
— Einkauf und Aufbewahrung . . . . . 1110

Seite

Stroh-Fasergehalt . . . . . 1108
— Kochen in Dreh-Kesseln . . . . . 1134
Strohhäcksel, Windfeger dafür . . . . . 1114
— -Putzmaschine von Townsend Hook & Co. in Snodland . . . . . 1116
Strohhalbzeug-Reinigen . . . . . 1147
Stroh-Kochen, Günstigste Arbeitsweise nach W. Schacht . . . . . 1135
Stroh-Kocher, Bauart und Bewegung . . . . 1131
— — mit Dampfmantel . . . . . 1132
— — m. direkter u. indirekt. Dampfzufuhr 1132
— — Stehende . . . . . 1134
— — Waagerechte, senkrechte und kugelförmige . . . . . 1131
Strohpapier, Farbiges . . . . . 1091
— Französisches . . . . . 1090
— -Maschine der Maschinenfabrik A. G. vorm. Wagner & Co. in Cöthen . . 1093
— — von F. W. Strobel in Chemnitz . . 1091
— -Maschinen . . . . . 1091
Stroh-Packpapier, Geschichte . . . . . 1089
— — Gefärbtes . . . . . 462
— — Gelbes . . . . . 1089
Strohpappen, Geklebte . . . . . 1104
— Herstellung auf Papiermaschinen . . . 1094
— -Fabrik von Fr. Halbach in Leer, 1102
— -Fabrikation, Einrichtung von F. H. Banning, Maschinenfabrik in Düren . . 1098
— -Maschinen, Querschneider . . . . . 1105
Stroh-Schneiden, Reinigen, Befördern und Sortiren . . . . . 1113
— -Schneid- und Reinigungs-Einrichtung . 1114
Strohstoff, Eigenschaften . . . . . 1209
— Verarbeitung auf der Papier-Maschine . 1208
— -Fabrikation, Stoff-Ergebniss . . . . 1208
— — Verwendung der Knoten . . . . 1206
— -Sortirer von H. Fiegel . . . . . 1206
Strohzellstoff . . . . . 1107
— Bau der Zellen . . . . . 1067
— Entfernung roher Stücke aus dem gekochten Stoff . . . . . 1138
— Herstellung nach Melliers Verfahren . . 1109
— Mikroskopisches Bild . . . . . 1068
— Wiedergewinnung des Natrons nach Ungerers Verfahren . . . . . 1176
Stufenscheiben für Schüttelbock-Antrieb . . 614

Tabakpapier . . . . . 1668
Talkstein . . . . . 405
Tannin. Prüfungsmittel der Leimfestigkeit . . 1765
Tapper an Querschneidern . . . . . 822
Tauenpapier . . . . . 1667
Tauenschneider . . . . . 52
Teller oder Auflaufleder *apron* . . . . . 591
— des Langsiebes nach Kron in Golzern . 604
— -Leder, Entfernung von den Schleusen . 602
— -Messer . . . . . 801
Tessié du Motay's Wiedergewinnung des Natrons . . . . . 1173
Theerpapier . . . . . 1667
Thierische Leimung . . . . . 894
— — Erkennungsmittel . . . . . 1764
— — von endlosem Papier . . . . . 895
Thierleim als Zusatz zum Harzleim. . . . . 336
Thiokarbonat, Zellstoff- . . . . . 1704
Thiry und Delstanche's Locher für Zellstoff . 1606
Thiry's Cylinderheizung . . . . . 708
— Siebführer . . . . . 645

Seite

Thiry's Strohzellstoff-Verfahren . . . . . 1158
Thode's Feinmühle für Strohzellstoff . . . . 1165
— Strohzellstoff-Verfahren . . . . . 1163
Thonerde . . . . . 397
— Einfluss auf die Festigkeit u. Dehnung des Papiers . . . . . 401
— Essigsaure . . . . . 413
— Schwefelsaure (Alaun) . . . . . 343
— -Auflösungs- und Misch-Maschine . . 399
— -Bleichflüssigkeit . . . . . 178
Thurm, Sulfitlaugen- . . . . . 1479
Tilghman's Sulfitstoff-Patent . . . . . 1418
Tinte-Prüfung, Amtliche . . . . . 1748
Todtmahlen des Stoffes . . . . . 120
Torf . . . . . 1643
Traganth-Gummi als Zusatz zum Harzleim . 336
Tragwalzen mit Kegelradgetriebe . . . . . 641
— für Filze und Papier . . . . . 683
— des Metalltuches . . . . . 639
— an Trocknern (Schutzvorrichtung) . . 740
Tränkverfahren zur Erzeugung von Natron-Zellstoff . . . . . 1399
Transport zur und aus der Fabrik . . . . 1738
Treibcylinder von Rollern mit Differential-Getriebe . . . . . 789
*Triple Effect Apparatus* von Mirrle & Ballingall 1184
*Triturateur*, (Stoffquetscher) . . . . . 1082
Trockenböden, Amerikanische, f. Bogenpapier 891
— für Bogenpapier . . . . . 893
— für thierisch geleimtes Papier . . . . 889
Trockencylinder . . . . . 700
— endloser Pappen-Maschinen . . . . . 1387
— Grösse und Antrieb . . . . . 712
— Obere und untere . . . . . 721
— für Pappen . . . . . 1381
— Unbewegliche, d. Kaiser'schen Trockners 736
— -Böden, Schutz derselben gegen Wärme-Strahlung . . . . . 713
Trockenfilz . . . . . 700
— aus Segeltuch . . . . . 727
Trockenfläche, Grösse . . . . . 735
Trockengehalts-Berechnung von Halbstoffen . 1367
Trockenofen für Halbstoffe von C. Dornbusch 1365
Trockenprüfer von Dr. Knöfler . . . . . 1362
Trockenstuben, Amerikanische, f. Bogenpapier 893
Trockenthurm Graffigna's z. Trocknen thierisch geleimten Papieres . . . . . 912
Trocknen von Bogenpapier . . . . . 889
— von Pappe . . . . . 1676
Trockner nach Adam für dickes Papier . . 720
— nach J. Bertram & Son . . . . . 715
— nach Dautrebande & Thiry . . . . . 714
— nach Debié . . . . . 719
— J. W. Erkens . . . . . 718
— für Halbstoffe von Kirchner . . . . 1361
— — — von Dr. Knöfler . . . . . 1362
— für Pergamentpapier . . . . . 1696
— für Zellstoff . . . . . 1606
— Schutzvorrichtungen . . . . . 739
— Deutscher, f. thierisch geleimtes Papier 902
— mit Wind-Haspeln nach J. W. Erkens 729
— — — nach R. Kron . . . . . 729
— -Antrieb, Amerikanischer . . . . . 722
— — nach H. Füllner . . . . . 722
— -Gestelle . . . . . 715
Trocknung von Buntpapier . . . . . 901
— von Papier durch Abdampf . . . . . 825
— Italienische, von thierisch geleimtem Papier . . . . . 912

Seite

Trog der Holländer . . . . . 101
— mit Rührern von E. Debié . . . . . 129
Trommel-Knotenfang . . . . . 548. 566
Tropfkasten unter dem Langsieb . . . . . 643
— der Nasspresse . . . . . 693
Tuchpergament . . . . . 8
Turbinen . . . . . 1733
Turbinenrad-Holländer . . . . . 284

Ultramarin . . . . . 445
Umkehrteller der Flinsch'schen Leimmaschine 908
Umpherston's Holländer . . . . . 277
Umsatz, Jährlicher . . . . . 1745
*Undercut*-Schneidmaschine . . . . . 1028
Ungerers Natronzellstoff-Verfahren . . . . 1396
— Verfahren zur Wiedergewinnung des Natrons . . . . . 1176
Untersuchung der Soda . . . . . 1121

Vakuum-Filter, Einrichtung von Paschke & Kästner in Freiberg, Sachsen . . . . 1125
Vegetabilische Leimung siehe Stoffleimung
Velin-Vordruckwalze . . . . . 625
Ventil, Dampfabblas-, Debié's . . . . . 81
Ventilations-Thurm am Dach des Papiermaschinen-Saales . . . . . 846
Ventilatoren zur Dampf-Abfuhr aus dem Papiermaschinen-Saal . . . . . 851
Ventile für Sulfit-Kocher . . . . . 1567
Verbleiung von Sulfitkochern . . . . . 1527
Verbrennung der Steinkohle usw. auf dem Dampfkessel-Rost . . . . . 1734
Verbrennungswärme von Steinkohlen . . . 1733
Verdampfer, Mehrfacher, mit Rieselung oder Verdampfung im Siederohr . . . 1190
— Mehrfacher, mit Schaumabscheider . . 1188
— — zur Wiedergewinnung d. Natrons . . 1181
— von Mirrles & Ballingall . . . . . 1184
— Yaryan's . . . . . 1181
Verdünnen und Vertheilen des Stoffes . . . 535
Verfilzung der Fasern auf dem Langsieb . . 641
Verlängerung des Siebes, Einseitige . . . . 657
Verlaufen des Metalltuches . . . . . 648
Verny-Querschneider . . . . . 979. 984
Verpackung in Ballen . . . . . 1046
— von Papierrollen . . . . . 1045
Verseifung des Harzes . . . . . 322
Versuchs-Anstalten, Technische, in Berlin . . 1750
Vertheilen und Verdünnen des Stoffes . . . 535
Vertheiler der Schöpfpapier-Maschine . . . 873
Vertheilungskasten . . . . . 535
Verunreinigung d. Luft durch Sulfitstoff-Anlagen 1620
— der Wasserläufe durch Sulfitstoff-Anlagen 1622
Verunreinigungen von Soda . . . . . 1120
Vierseitige Beschneidmaschine . . . . . 1036
Violett . . . . . 449
Viscose . . . . . 1704
Voelter's Holzschleifer . . . . . 1235
— Schleiferei . . . . . 1253
— -Voith'sche Schleiferei . . . . . 1258
— — — Entwässerungsmaschine . . . 1268
— — — Feinmühle . . . . . 1266
— — — Steinbefestigung . . . . . 1261
Vordruckwalze . . . . . 624
— Entlastete . . . . . 626
— Englische . . . . . 626
— Erfindung der . . . . . 624
— für Längs-Rippung . . . . . 627
— mit Mantel aus gelochtem Kupferblech 627

Seite

Vordruckwalzen-Reinigung . . . . . 628
— -Ueberzug, Naht desselben . . . . . 597
Vorgelege für Rollkalander . . . . . 949. 957
Vorrathsbehälter für Fabrikationswasser . . 1728
Vorwärmer für Kessel-Speisewasser . . . . 1735
Vulkanisirte Fasern . . . . . 1703

Waage für Aschenbestimmung . . . . . 391
— Papier . . . . . 395
Wachsseife zur Papierleimung . . . . . 364
Wagen zum Fortschaffen von Papierrollen . . 979
Walk-Erde zum Filzwaschen . . . . . 692
Walze, Geschwindigkeit der Holländer- . . . 110
— Hohle, f. Holländer, m. eingelegter Welle 107
Walzen der Holländer . . . . . 98
Walzengehänge z. Ausheben v. Papierwalzen 955
Walzengestell, Voith'sches, für Rollkalander . 959
Walzen-Glättwerk für Bogen . . . . . 923
Walzenpaare zum Glätten von Papier zwischen Metallplatten . . . . . 919
Walzenpapier . . . . . 929
Walzenpresse zur Pappen-Entwässerung . . 1372
Walzenschienen der Holländer . . . . . 96
Walzwerke (Satinirmaschinen) . . . . . 919
Walzwerk zum Einpressen von Wasserzeichen 1003
Wärme, Latente, des Dampfes . . . . 825. 1736
— der Schornstein-Gase . . . . . 1733
Wärmeschutzmantel an Lumpenkochern . . 87
— Sulfitkocher . . . . . 1529
Warren-Filter . . . . . 1717
Wachs-Leimung . . . . . 384
Wascheinrichtung im Holländer . . . 134. 141
Waschen von gebleichtem Halbstoff . . . . 244
— der Filze . . . . . 687
— — — während des Gangs . . . . 689
— im Holländer . . . . . 120
— der Lumpen . . . . . 63
— — — bei der Handpapierfabrikation 13
— — — im Holländer . . . . . 95
— der gekochten Lumpen nach dem Kochen 75
— und Mahlen der Lumpen . . . . 94. 143
— des Metalltuches . . . . . 644
— von Papierwalzen . . . . . 937
— der oberen Presswalze . . . . . 697
— des Stoffes aus altem Papier . . . . 1079
— von Strohzellstoff . . . . . 1137
— — — in Holländern . . . . 1137. 1148
— — — in Bütten und Kasten . . . . 1138
Wascher, Heber- . . . . . 126
Waschholländer v. Escher Wyss & Cie., Ravensburg . . . . . 134
— von Hitschler & Andres . . . . . 131
— nach Planche . . . . . 121
— von F. W. Strobel . . . . . 124
— Rechen zur Entfernung der Fäden aus altem Papier . . . . . 1080
Waschkasten für Pergamentpapier . . . . 1691
Wasch-Scheibe . . . . . 123
Waschtröge mit Rührern von E. Debié . . . 129
Waschtrommeln . . . . . 123. 129
— einfacher Bauart . . . . . 125
— von Fox . . . . . 128
— Hammond's . . . . . 127
— Holländer- . . . . . 140
Waschwasser . . . . . 1707
Wasser aus artesischen Rohrbrunnen . . . 361
— Einfluss desselben auf die Leimung . . 358
Wasserbehälter . . . . . 1728
Wasserbeförderung durch Paternosterwerk . 1729

Seite

Wasserbewegung durch Sandschichten . . . 1713
Wassergehalt des Stoffs, Regelung . . . . 525
Wasserglas, Doppel- . . . . . 93
— -Lauge zum Kochen der Lumpen . . . 92
— -Leimung . . . . . 386
Wasserkräfte, Werth der . . . . . 1742
Wasserkraft, Messen von . . . . . 1732
— Erste Anwendung . . . . . 8
Wasserläufe, Verunreinigung durch Sulfitstoff-Anlagen . . . . . 1622
Wassermenge von Flüssen . . . . . 1732
Wasserpumpen . . . . . 1728
Wasserräder, Oberschlächtige . . . . . 1733
Wasserreinigung von de Naeyer & Cie. . . . 1400
Wasserstoff-Erzeuger für Bleilöther . . . . 1573
Wasserstoffsuperoxyd . . . . . 179
Wasserzeichen . . . . . 917
— Früheste . . . . . 6
— -Einpressung mit Fadendeckeln . . . 1003
— — auf Trockencylindern . . . . . 738
— -Papier, Querschneider für . . . . . 821
— -Vordruckwalze . . . . . 625
— -Walzwerk . . . . . 1003
Wasser-Zerstäuber zum Feuchten endlosen Papiers . . . . . 762
Wechselräder von Papiermaschinen . . . . 830
Weichmachen von Pergamentpapier . . . . 1696
Weigel'sche Filter . . . . . 1720
Weisser Harzleim . . . . . 314
Weissfärben oder Bläuen . . . . . 462
Weldon's Verfahren zur Chlorgas-Darstellung 228
Wellen der Holländer-Walzen . . . . . 101
Welliges Papier . . . . . 732
Welligwerden von Pappe . . . . . 1677
Wendehaspel . . . . . 769
Wendler, A., & J. Spiro's Sulfitlaugen-Bereitung mit Kalkmilch . . . . . 1501
Wendlers Festigkeitsprüfer . . . . . 1752
Wenzel, Wilh. Sulfitkocher-Auskleidung . . 1555
Werth von Wasserkräften . . . . . 1742
Werthzeichenpapier . . . . . 1646
Weyland's Verfahren zum Färben von Papier auf der Formatwalze von Pappenmaschinen 1655
*White Alkali* . . . . . 1120
Wickeln der Papier-Rollen . . . . . 778
Widerstand gegen Zerknittern . . . . . 1756
Wiedergewinnung des Natrons . . . . . 1177
— — — vor 1874 . . . . . 1173
— — — in Dampferzeugern . . . . . 1194
— — — nach Sinclair . . . . . 1394
Wiederverwend. abgeblasener Schwefligsäure 1482
Will's Rollenliniirmaschinen . . . . . 1021
Willcox's Patent (Papier mit lokalisirten Fasern) 1697
Windfegen zum Reinigen von Strohhäcksel 1114
Windflügel zum Trocknen von endlosem Papier 896
Windhaspeln zum Trocknen endlosen Papieres 729

Seite

Wintertrockenhaus tür Pappen . . . . . 1379
Wolf . . . . . 55
Wollfäden auf der oberen Presswalze . . . 696
Wollfasern . . . . . 233
Wormser Filterplatten . . . . . 1720
Wurster, Dr., über Harzleimung . . . 297. 312

Yaryan's Verdampfer . . . . . 1181

Zählung des Papiers . . . . . 1765
Zahnräder, Wechsel-, für Geschwindigkeits-Aenderung der Papiermaschinen . . . . 830
Zehntelmaass für Dicke-Messung . . . . . 1761
Zellenbau der Papierfasern . . . . . 1069
Zellstoff aus Alfa . . . . . 1069
— Chemische Zusammensetzung und Verhalten . . . . . 1055
— Entstehung von . . . . . 1053
— Form des . . . . . 1058
— Gelöster (Viscose) . . . . . 1704
— Locher für feuchten . . . . . 1604
— -Entwässerungsmaschine für . . . . 1603
— -Ermittlung im Papier . . . . . 1763
— -Erzeugung Deutschlands (Statistik) . . 1767
— -Fasern, verglichen mit Lumpenfasern 1070
— -Gewinnung durch starke Säuren . . 1631
— -Papier, Mikroskopisches Bild von . . 1071
— -Seide . . . . . 1706
— -Thiokarbonat . . . . . 1704
— -Zerpflücker . . . . . 1603
Zerfaserungs-Trommel für Sulfitstoff . . . . 1583
Zerknittern, Wiederstand gegen . . . . . 1756
Zerpflücker für Zellstoff . . . . . 1603
Zerstäuber zum Papierfeuchten mit Luftstrom 766
Zeug, siehe Stoff
Zeugbütte, siehe auch Stoffbütte
Zeugbütten . . . . . 511. 514. 522. 529
Zeugfänger . . . . . 648
Zeugfänger mit Rührer . . . . . 649
Zeugpressen . . . . . 195
Zeugpumpen . . . . . 511
Zickzack-Grundwerke . . . . . 114
Zink-Bleichflüssigkeit . . . . . 178
Zinkplatten zum Glätten von Papier . . . . 919
Zinktrichter für den Dampf-Abzug aus dem Papiermaschinensaal . . . . . 849
Zinkvitriol als Zusatz zu thierischem Leim . 881
Zinnsalz . . . . . 414
Zuckerrohr (Sorghum) . . . . . 1641
Zuführtücher für Lumpen-Stäuber . . . . . 60
Zug, Künstlicher von Kesselfeuerungen . . . 1735
Zurichten (Appretiren) von Papier . . . . 918
Zurückbleiben der oberen Kalanderwalzen . 742
Zusammennähen der Trockenfilz-Enden . . . 727
Zweifarbiges oder Doppel-Papier . . . . . 1656
Zwischenrad für Wechselräder . . . . . 830

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00742 8253